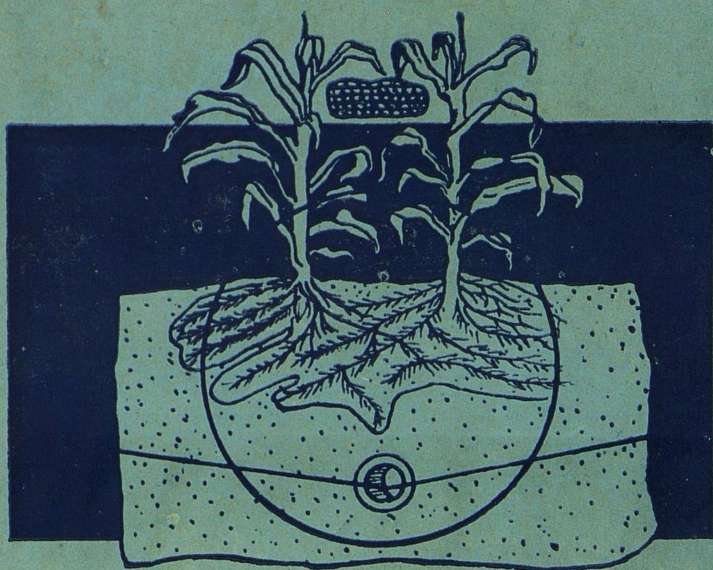
வேளாண்மைக்கு வடிகாலும் நிலச்சீர்திருத்தமும்

(AGRICULTURAL DRAINAGE AND RECLAMATION)



ச. சவடமுத்து



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—581

வேளாண்மைக்கு வடிகாலும் நிலச் சீர்திருத்தமும்

ஆசிரியர்

ச. சவடமுத்து, பி.டெக் (ஆனர்ஸ்), எம்.டெக்.,
எம். ஐ. எஸ். ஏ. ஈ.,
துணைத்தலைமைப் பொறியாளர்,
வேளாண்மை இயக்குநர் அலுவலகம்,
சென்னை.



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—July 1974

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 581

Agricultural Drainage and Reclamation

S. SAVADAMUTHU

Price Rs. 5-30

Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of Books and Literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by
Metro Printers & Packaging Industry
Madras-29

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதினைன்கு ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி. ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P. U. C.) 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிறபல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்றுவருகிறது. இவ்வகையில் கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டுவருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்ருன 'வேளாண்மைக்கு வடிகாலும் நிலச் சீர்திருத்தமும்' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 581 ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 616 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக் கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை. ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம்கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

முன்னுரை

விவசாயம் முன்னேறி இலாபகரமான தொழிலாக அமைய விஞ்ஞான முறைகளைக் கையாள வேண்டும். விவசாயத்திற்கு வேண்டிய அவசியமான அடிப்படை மூல தனங்கள் மண்ணும், நீரும் ஆகும். இவற்றை எந்த அளவிற்கு நல்ல முறையில் பயன்படுத்துகிறோமோ அந்த அளவிற்குப் பயன்கள் கிடைக்கும். இந்த இரண்டு மூலதனங்களை வைத்துக் கொண்டு, தேவைக்கேற்ப வேண்டிய பயிர்களை வளர்க்க வேண்டும். நல்ல விதைகள், உரங்கள், மற்றும் பயிர் வியாதிகளைத் தடுக்கும் மருந்துகள் ஆகியவற்றை வேண்டிய அளவிற்கு உற்பத்தி செய்யமுடியும். ஆனால் மண்ணையும், நீரையும் வேண்டிய அளவிற்கு உற்பத்தி செய்யமுடியாது. இவை நமக்கு இயற்கையாகவே கிடைக்கின்றன. காலம், இடம், இவற்றைப் பொறுத்து, இவைகளின் அளவு, குணங்கள் அமையும். ஆகவே, இவற்றின் குணங்கள், அளவுகளைப் பொறுத்து, வளர்க்கும் பயிர்களையும் அவைகளுக்கு வேண்டிய செய்முறைகளையும் அமைத்துக் கொள்ளவேண்டும்.

கிணறு, குளம், கால்வாய், இவற்றிலிருந்து பயிர்களுக்கு நீரைக் கொடுக்கும் முறையைப் பாசன முறைகள் எனக் கூறுகிறோம். பாசன முறைகளில் குறைபாடுகள் இருந்தாலும், மண்ணின் தன்மையில் குறைபாடுகள் இருந்தாலும், பயிர்களின் மகசூல் பாதிக்கப்படுகின்றது. மண்ணின் குணங்கள், பயிர்களின் குணங்கள், நீர்த் தேவைகள், மண்ணிலுள்ள உப்புகளின் குணங்கள், அளவுகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து பாசன வசதியோடு, வடிகால் அவசியத்தையும் ஆராய்ந்து பாசனத் திட்டங்களை வகுத்துச் செயல்படுத்துவது அவசியம்.

விவசாயத்தில் மேம்பாடு அடைந்த நாடுகளில் பாசன வசதியோடு வடிகால் வசதிகளையும் இணைத்துத் திட்டமிடு

கிறார்கள். இலட்சக்கணக்கான ஏக்கர் நிலங்கள் பாசன வசதிகள் வந்த பிறகு வேண்டிய அளவு வடிகால் வசதிகள் இன்மையால் பலனற்று வருகின்றன. ஆகவே, மண்ணின் தன்மையைக் காப்பாற்றி, நீரின் பயனை அதிகப்படுத்தி நல்ல மகசூல் பெறவேண்டுமென்றால், பாசன வசதியோடு, நல்ல வடிகால் வசதிகளையும் அமைக்கவேண்டும்.

விவசாய நிலங்களில் வடிகால் வசதிகள் அமைக்கும்போது முக்கியமாகப் பயிர்களின் வேர்ப்பகுதியில் தேங்கியுள்ள நீரை அகற்றவேண்டிய முறைகளைக் குறிப்பிட வேண்டியுள்ளது. நிலத்தின் மேற்பகுதியில் நீர் தேங்கியிருப்பதை நாம் பார்க்கிறோம். இந்த நீரையும் வடிக்க ஏற்பாடு செய்தல் அவசியமாகிறது. ஆனால் மண்ணின் உள் பகுதியில் தேங்கியிருக்கும் நீரை நாம் எளிதில் உணரமுடிவதில்லை. வேண்டிய அளவு நீரைக் குறுக்கவோ, அகற்றவோ, வேண்டிய அவசரநிலையை உணர்ந்து செயல்படாமலிருந்துவிடுவதால், மண்ணிற்கும், பயிருக்கும் தீமைகள் உண்டாகின்றன.

மேலை நாடுகளில், குறிப்பாக அமெரிக்காவில் பாசன வசதி உண்டாக்கியுள்ள நிலங்களில், மிகப் பரந்த அளவில் பூமிக் கடியில் குழாய்கள் பதித்து வடிகால் வசதிகளை உண்டாக்கி, நிலத்தின் உற்பத்தித் திறனைப் பெருக்கியுள்ளார்கள். நீர்ப்பாசன முறைகளைப்பற்றித் தெரிந்துகொள்ள நான் அமெரிக்கா சென்ற சமயம், இந்த வடிகால் முறைகளைப் பாசன முறைகளோடு இணைத்துக் கட்டுக்கோப்பாகச் செயலாற்றுவதைக் காண முடிந்தது.

பாசன வடிகால் முறைகளைப்பற்றி நீண்டகாலமாகத் தொடர்ந்து விரிவான ஆராய்ச்சிகள் செய்து செயலாற்றிவரும் காரணத்தால் பெரும்பாலும் இந்நாட்டினர்தான் இந்தப் பொருள்பற்றி நூல்கள் எழுதியுள்ளார்கள். குறிப்பாக இப் பொருள்பற்றி டாக்டர் லூதின் (Dr. James N. Luthin) என்பவர் வடிகால் பொறியியல் (Drainage Engineering) என்ற நூல் எழுதியுள்ளார். விவசாய நிலத்தில் வடிகால்பற்றி பல ஆராய்ச்சியாளர்களின் ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகளைத் தொகுத்து விரிவான நூல் வடிவில் அமெரிக்க வேளாண்மைக் கழகம் (American Society of Agronomy) மூலம் டாக்டர் லூதின் ஏற்கெனவே வெளியிட்டுள்ளார்கள். மேலும் அமெரிக்க விவசாயப் பொறியியற் கழகம் (American Society of Agricultural Engineers) வெளியிட்ட தொகுப்பேடுகளும், அமெரிக்க

விவசாய இலாகாவின் பொறியியற் பிரிவின்கீழ், பாசனம், வடிகால் என்ற தலைப்பில் தயாரித்த கையேடுகளும் (Hand-books) வடிகால் முறைகளைப்பற்றி விளக்கமாகக் கூறியுள்ளன. இந்திய அரசு விவசாய இலாகாவின் நீர் நிர்வாகப் பிரிவினால் (Water Management Division) தயார் செய்யப்பட்ட 'விவசாய நிலத்தில் வடிகால்' (Handbook on Drainage of Agricultural Lands) என்ற கையேடுகளும், நம் நாட்டு நிலைக்கேற்ற சில அம்சங்களை விளக்கியுள்ளன. இந் நூல்களும், அமெரிக்க விவசாய இலாகாவின் நூற்களைத் தழுவி எழுதப்பட்டுள்ளன.

விரிவான பொறியியல் விளக்கம் வேண்டுவோர் மேற்கண்ட மூல நூல்களைப் படிப்பது பெரிதும் உதவியாயிருக்கும். மண்ணைப் பற்றியும், மண்ணின் அமைப்பு, குணங்கள், அவற்றிலுள்ள அங்ககப் பொருள்கள், நீர், காற்று, உயிர் வகைகள் பற்றியும், மண் அரிப்பு. மண்வளம் அவற்றின் பாதுகாப்பு பாசனம் போன்ற பொருள்களைப்பற்றியும் அநேக நூல்கள் எழுதப்பட்டுள்ளன. ஆயினும், வடிகால்பற்றி ஒரு சில நூல்களும் தொகுப்புகளுமேயுள்ளன. இருப்பினும், விவசாயத்திற்கு வடிகால் முறைகள் எவ்வளவு அவசியமானது என்பதை இந்நூல் ஓரளவிற்கு உணர்த்துமென நம்புகிறேன்.

இந்நூலில் வடிகாலும், நிலச் சீர்திருத்தமும் என்ற பொருள், எல்லாவிதக் கோணங்களிலிருந்தும் விரிவாக எழுதப்பட்டுள்ளது எனக் கொள்ளலாகாது. காரணம் இப்பொருளானது, பல்வேறு துறைகளைத் தழுவியதால், இதைப் படிக்கும் மாணவர்கள், அந்தத் துறையில் வேண்டிய அளவு பயிற்சியும் ஞானமும் உடையவர்களாக இருப்பார்கள் எனக் கருதி எழுதப்பட்டுள்ளது. இத் துறையில் மேலும் ஆராய்ச்சி முடிவுகள், நூல்கள் அதிகமாகவும் நோக்கங்கள் முன்னேறவும், நூலின் அளவும், அமைப்பும் மாறும்படியான வாய்ப்புகள் உள்ளன.

ஆகவே இந்நூலில் காணும் குறைபாடுகள் அகன்று, முன்னேற்றம் காண உதவி செய்ய முன் வரும் நண்பர்களுக்கு மிகவும் கடமைப்பட்டவனாவேன்.

வடிகால் முறைகள் விவசாயப் பொறியியலின் பெரும் பிரிவான நில நீர்ப் பிரிவின் ஒரு பகுதியாகவே இருந்து வருகிறது. ஆனால், பொருளின் முக்கியத்துவத்தினால், வடிகால் பொறியியல் (Drainage Engineering) பாசன வடிகால் என்ற கிளை பிரிவிலிருந்து பிரிந்து, ஒரு தனிப் பிரிவாக அமையும்

இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. அண்மையில்தான் வடிகால் பொறியியல்பற்றி தனிநூல் எழுதப்பட்டுள்ளது. விவசாயத்தின் முக்கியத்துவம் அதிகமாகும்போது, ஒவ்வொரு பிரிவும் முக்கியத்துவம் அடைகிறது.

ஆகவே வேளாண்மைக்கு வடிகாலும் நிலச் சீர்திருத்தமும் என்ற தலைப்பில் நூல் எழுத வேண்டுமென்ற முடிவு, தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் சிறந்த முடிவேயாகும்; மிகவும் முன்னோடியான திட்டமுமாகும்.

மேலும் இந்நூலை எழுத உதவியாக இருந்த பல ஆங்கில நூல்கள், கையேடுகள் இவைகளின் ஆசிரியர்களுக்கும் என் நன்றியைத் தெரிவித்துக்கொள்ளக் கடமைப்பட்டவனுவேன்.

ச. சவடமுத்து

பொருளடக்கம்

1. நில நீர், தாவர உறவு முறைகள்

மண்

பூமியின் மேற் பரப்பில் தாவரத்தைத் தாங்கி நிற்கும் நிலப்பகுதியை மண் எனக் குறிப்பிடுகிறோம். தாவரத்தின் நிலைக்கு ஆதரவாக இருப்பதோடு, தாவர வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய நீர், காற்று, உணவுப் பொருள்கள் இவற்றின் இருப்பிடமாகவும் பூமி உள்ளது. இம் மண்ணில் ஏராளமான நுண்ணுயிர்களும் வாழ்கின்றன. மண்ணின் பௌதிகக் குணங்களைப் பொறுத்துப் பயிர்களுக்கு வேண்டிய நீரின் அளவு, நீர் பாய்ச்சும் காலம், முறை ஆகியவற்றை நிர்ணயம் செய்யவேண்டும்.

மண்ணின் பௌதிகக் குணங்கள் (physical Properties)

தாதுப் பொருட்கள் (minerals), மக்கிய தாவரப்பொருட்கள் (organic matter), காற்று, நீர் ஆகியவற்றாலான ஒரு சேர்க்கையை மண்ணெனக் குறிப்பிடுகிறோம். பலவகைப்பட்ட நுண்ணுயிர்களும் (living organism) மண்ணில் வாழ்கின்றன.

காற்று, மழை, வெப்பம் போன்ற இயற்கைச் சக்தியால் காலப்போக்கில் பூமியின் மேற் பரப்பிலுள்ள பாறைகள், (parent rocks) சிதைவுற்று (weathering) மக்கிய தாவரங்களுடன் சேர்ந்து மண்ணின் அமைப்பு தோன்றுகிறது. இவ்வாறு ஒரு அங்குல மண் உண்டாவதற்குப் பல நூற்றாண்டுகளாகும் என விஞ்ஞானிகள் மதிப்பிட்டிருக்கிறார்கள். காற்று, மழை, வெப்பம், வெள்ளம் போன்ற இயற்கைச் சக்திகளினால் மண் படிப்படியாக உண்டாவதால், அதன் அமைப்பைக் குழி வெட்டிப் பக்கவாட்டில் பார்த்தால் கண்டங்கள் போன்ற அமைப்பைக் காணலாம். இந்தக் கண்டங்கள் (horizons) பாறைகளின் மூலப் பொருட்களைப் பொறுத்தும், எவ்விதச்

சிதைவில், எந்த அளவு வேகத்தில் மாறுதல்கள் நடந்தன என்பன போன்ற அம்சங்களைப் பொறுத்தும் குணத்திலும் தோற்றத்திலும் மாறுபடும்.

மண்ணின் முக்கிய பௌதிகக் குணங்களான மண் கட்டமைப்பு (soil structure), மண் கூட்டமைப்பு (soil texture) ஆகிய இரண்டும், நீர், காற்று, உணவுப் பொருட்கள் மண்ணில் சார்ந்து இயங்குவதையும் அவை தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கும் அளவுகளையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

மண் துகள்களின் (soil particles) பருமனையும் அவற்றின் உருவமைப்பையும் குறிப்பதுதான் மண் கூட்டமைப்பாகும். (soil texture) மண் துகள்கள் எந்த முறையில் இணைந்துள்ளன என்பதைக் குறிப்பதே (soil structure) மண் கட்டமைப்பாகும்.

மண் துகள்களின் பருமனைப் (size) பொறுத்தும் அவை எவ் விகிதத்தில் கலந்துள்ளன என்பதைப் பொறுத்தும் ஒரு மண்ணை மணல் (sand) என்றும், வண்டல் என்றும் (silt) களிமண் (clay) என்றும் பாகுபடுத்தியுள்ளார்கள். உதாரண மாக 0·002 மில்லி மீட்டருக்குக் குறைந்த பருமனுள்ள மண் துகள்கள் அதிக விகிதத்தில் இருந்தால் அம் மண்ணைக் களிமண் எனக் குறிப்பிடுகிறார்கள்.

சர்வதேச முறைப்படி, பருமனைப் பொறுத்துக் கீழ்க் கண்டவாறு மண் துகள்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

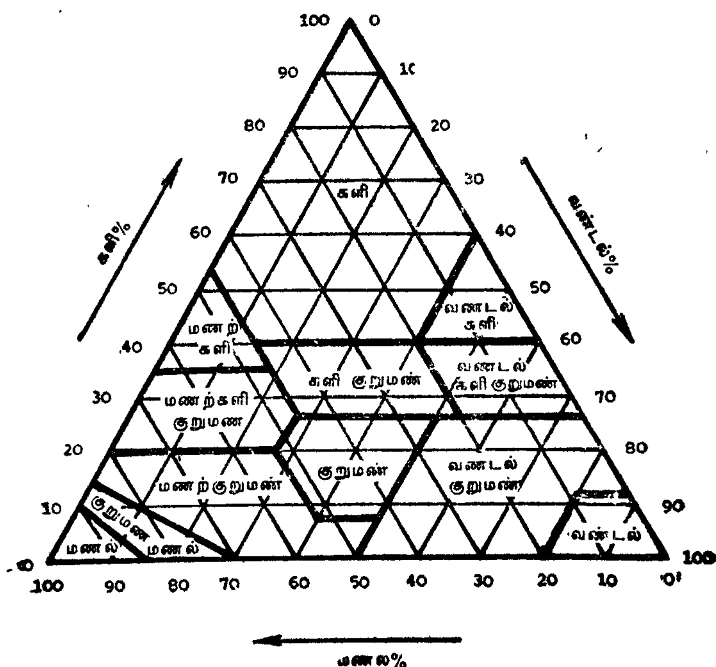
அட்டவணை 1

துகள் தொகுதி	விட்ட அளவு (diameter) மில்லி மீட்டரில்
1. சரளை (Gravel)	1 மி.மீ.-க்கு மேல்
2. பெருமணல் (Coarse sand)	0·2 மி.மீ - 1 மி.மீ. வரை
3. சிறுமணல் (Fine sand	0·02 மி·மீ - 0·2 மி.மீ. வரை
4. வண்டல் (Silt)	0·002 மி.மி 0·02 மி.மீ. வரை
5. களி (Clay)	0·002 மி·மீ-க்குக் கீழ்.

அமெரிக்க விவசாயத் துறையினர் இன்னும் தொகுதிகளை அதிகமாக்கிக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

அட்டவணை 2

துகள் தொகுதி	விட்ட அளவு மில்லிமீட்டரில்
1. மிகப் பெரு மணல் (Very coarse sand)	2·0 — 1·0
2. பெரு மணல் (Coarse sand)	1·0 — 0·5
3. நடுத்தர மணல் (Medium sand)	0·5 — 0·25
4. சிறு மணல் (Fine sand)	0·25 — 0·1
5. அதி சிறு மணல் (Very fine sand)	0·1 — 0·05
6. வண்டல் (Silt)	0·05 — 0·002
7. களி (Clay)	0.002 — க்குக் கீழ்



படம் 1. மண்ணின் கூட்டமைப்புப் பிரிவுகள்.
(அமெரிக்க விவசாயத் துறையினர் பாகுபாடு)

அட்டவணை 3

இந்திய முறைப்படி துகள் தொகுதிகள் கீழ் வருமாறு:

துகள் தொகுதி		விட்ட அளவு மில்லிமீட்டர்
1. சரளை	...	00 - 2
2. பெரு மணல்	...	2—0·6
3. நடுத்தர மணல்	...	0 6 - 0·2
4. சிறு மணல்	...	0·2—0·06
5. பெரு வண்டல்	...	0·06—0·02
6. நடுத்தர வண்டல்	...	0·02—0·06
7. சிறு வண்டல்	...	0·00—60·002
8. களி	...	0·002—க்குக் கீழ்

அமெரிக்க விவசாயத் துறையினர், ஒவ்வொரு வகைகளிலும், பல துகள் தொகுதிகள் எந்தெந்த விகிதங்களில் அமைந்திருக்கலாம் என்பதையும், அவ்வாறு அமைந்திருக்கும் வகையில் எவ்வாறு கூட்டமைப்புத் தொகுதிகள் நிர்ணயிக்கலாம் என்பதை விளக்குவதற்காக விளக்கப்படம் ஒன்றைத் தயாரித்துள்ளனர். படம்-1 இதனை விளக்குகிறது.

மண்ணை ஆய்வுக்கூடத்தில் பாகுபடுத்தி விகிதாச்சாரம் கண்டுபிடித்து மணல், வண்டல், களி என வகைப்படுத்தலாம். பெருவாரியான மண்ணை மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பாகுபடுத்தலாம். அவை மணல் மிகுந்த மண் (sandy soils), குறு மண் மிகுந்த மண் (loamy soils), களிமிகுந்த மண் (clay soils) எனப்படும்.

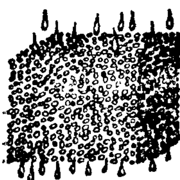
அட்டவணை-4 இம் முப் பெரும் பிரிவுகளின் கீழ் மண் பருமனை அடிப்படையாகக் கொண்டமைந்த கூட்டமைப்பு வகைகளைக் காட்டுகிறது.

மணற்பாங்கான மண் முரடாகவும் (coarse texture), குறுமண் மிகுந்த மண் நடுத்தரமாகவும் (medium texture), களி மிகுந்த மண் மென்மையாகவும் (fine texture) இருக்கும். மண்ணின் பருமன் வகையை உணர்வாலும், அனுபவ வாயிலாகவும் ஓரளவுக்கு மதிப்பிட்டுப் பாகுபடுத்தலாம். உணர்வு முறையினால் (feel method) அனுபவ மிக்கவர்கள் விரைவில் மதிப்பீடு செய்ய முடியும்.

அட்டவணை 4

மணற் பாங்கான மண்	குறுமண் பாங்கான மண்	களிமண்
1. பெருமணல்	1. பெருமணற் பாங்கான குறுமண்	1. மணல் கலந்த களிமண்
2. நடுத்தர மணல்	2. நடுத்தர மணற்பாங்கான குறுமண்	2. வண்டல்கலந்த களிமண்
3. சிறு மணல்	3. சிறு மணற்பாங்கான குறுமண்	3. களிமண்
4. மிகச் சிறுமணல்	4. மிகச் சிறு மணற்பாங்கான குறுமண்	
5. குறுமண் மணல்	5. குறுமண்	
6. மணல்	6. வண்டல் கலந்த குறுமண்	
	7. வண்டலும் களியும் கலந்த குறுமண்	
	8. களி மிகுந்த குறுமண்	

(Single grain)
மணற்பாங்கான அமைப்பு



(Rapid)
அதிக வேகம்

(Blocky)
கட்டிகளமைப்பு



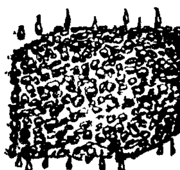
(Moderate)
மித வேகம்

(Platy)
பலகை அமைப்பு



(Slow)
குறைந்த வேகம்

குறுணையமைப்பு
(Granvlar)



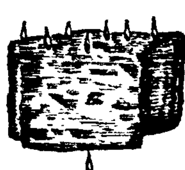
(Rapid)
அதிக வேகம்

பெட்டக அமைப்பு
(Prismatic)



(Moderate)
மித வேகம்

இறுகிய அமைப்பு
(Massive)



(Slon)
குறைந்த வேகம்

படம் 2. மண் கட்டமைப்புகளும், நீரின் இயக்கமும்
(Type of soil structure and their effect on downward movement of water)

மண் கட்டமைப்பு (soil structure)

மண் துகள்கள் எவ்வாறு கூடியிணைந்துள்ளன என்பதைக் குறிப்பதே கட்டமைப்பு. இது சூழ்நிலைக்குத் தகுந்தவாறு மாறும் தன்மையுடையது. மண் கண்டங்களை (Horizons) பொறுத்தும் மாறுபடும். உழவு முறைகளைப் பொறுத்தும் கட்டமைப்பு மாறும்.

காற்று, நீர் இவை மண்ணினுட் புகுந்து, தங்கி, இயங்கும் முறைகளைக் கட்டமைப்பு கட்டுப்படுத்துகிறது. தாவர வேர்கள் மண்ணுள் சென்று பரவும் தன்மையையும், உணவுப் பொருள்கள் தாவரத்தில் போய்ச்சேரும் அளவையும் மண் கட்டமைப்பு பாதிக்கின்றது.

மண்ணின் கட்டமைப்பை ஆறு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். படம் 2-ல் அவைகள் விளக்கப்பட்டுள்ளன. அவையாவன :

1. மணற்பாங்கான அமைப்பு (Single grained structure)
2. குறுணையமைப்பு (Granular structure)
3. கட்டிகளமைப்பு (Block structure)
4. பட்டக அமைப்பு (Prismatic structure)
5. பலகையமைப்பு (Platy structure)
6. இறுகிய அமைப்பு (Massive structure)

இந்த அமைப்புகளில் முதல் இரண்டு வகைகளில் நீர் அதிவேகமாய் இயங்கும். கடைசி இரண்டு வகைகளில் மிக மெதுவாகவும், இடையிலுள்ள இரண்டு வகைகளில் மிதமான வேகத்துடனும் இயங்கும்.

அங்ககப் பொருள்கள் (organic matter) அதிகமாக உள்ள மண்ணின் மேல் பாகத்திலும், ஆண்டு முழுவதுமே வளர்ந்து வரும் புற்களுள்ள பூமியிலும் மென்மையான மண் அமைப்பு உண்டாகும். மென்மையான மண் கூட்டமைப்புள்ள நிலங்களில், ஈரம் அதிகமாக இருக்கும்போது உழவு முறைகளைக் கையாண்டால், மண்ணின் அமைப்பு அழிய ஏதுவாகிறது. அதிக அளவு சோடியம் உப்பு உள்ள நீரைப் பாய்ச்சினாலும் மண் அமைப்பு கெட்டு விடுகிறது. மண் பொல பொலவென்று மிருதுவான நிலையிலிருந்தால், அது நல்ல பதத்துடன் (tilth) இருக்கிறது எனக் குறிப்பிடுகிறோம். இப்படிப்பட்ட மண் சாகுபடிக்கு ஏற்றதாகவும், நீர், காற்று இவைகள் நல்ல முறையில்

இயங்கவும் இடம் கொடுக்கிறது. பயிர்கள் இம் மண்ணில் செழிப்பாக வளரும். நல்ல நிலநீர் நீர்வாக முறைகளைக் கையாண்டால், மண்ணை நல்ல பதத்திலேயே அல்லது பக்கு வத்திலேயே வைத்துக் கொள்ளலாம்.

துகள் இடைவெளி (Pore space)

மண் பல்வேறு அளவு, உருவமைப்புக் கொண்ட துகள் களினாலானது. ஆகவே, துகள்களுக்கிடையே இடைவெளி யிருப்பது இயற்கை. இந்த இடைவெளிகளைத் துகள் இடை வெளிகள் (pore space) எனக் குறிப்பிடுகிறோம். இவ் விடை வெளிகள், பெரிதும், சிறிதுமாகத் தொடர்ந்தும் தொடர்பற்றும் அமைந்திருக்கும். மண் துகள்களுக்கிடையேயமைந்த சிறிய இடைவெளிகளுக்குச் சிற்றிடை வெளி (micro-pore space) என்றும், துகள்கள் ஒன்று சேர்ந்து சிறு கட்டிகளாக மாறி, அவ் வாறு கட்டிகளுக்கிடையிலுள்ள பெரிய இடைவெளிகளுக்குப் பேரிடைவெளி (macro-pore space) என்றும் கூறப்படும்.

மண் துகள்களின் பருமன் அவைகள் இணைந்திருக்கும் முறை, மண் கட்டிகள், அவற்றின் உருவ அமைப்புகள், மற்றும் உழப்படும் மண்ணின் ஈரப்பதம், பயிர்களின் வேரமைப்பு, பண்ணை இயந்திரங்கள், கால்நடைகளின் போக்குவரத்து போன்றவைகளால் துகள் இடைவெளிகளின் அளவும் அமைப்பும் மாறுபடும்

மண்ணுள் நீரும் காற்றும் இயங்குவது இடைவெளிகளின் அளவு, அமைப்பு இவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. மணல் அதிக முள்ள மண்ணைக் காட்டிலும், களிமண் அதிகமுள்ள மண்ணில் மொத்த இடைவெளியின் அளவு அதிகம். மணலில் இடை வெளிகளின் அளவு பெரிதாக இருந்தாலும், மொத்த இடை வெளிகளின் அளவு களிமண்ணைக் காட்டிலும் குறைவே யாகும். இடைவெளிகள் தொடர்ந்து தடையில்லாது இருப்பின் அவைகள் சந்து வெளிகள் (pore channels) எனப்படும். அதிகமான இடைவெளியிருப்பினும், தடைபட்டு, தொடர் பின்றியிருப்பின், காற்று, நீர் இவைகளின் இயக்கம் தடைபடும். ஆகவே இடைவெளி அதிகமாயிருப்பதோடு சந்து வெளிகளும் அதிகமாயிருந்தால், காற்றும் நீரும் தாராளமாக இயங்குவ தோடு நீர் வடியும் வசதியும் பெருகும்.

மண்ணின் அடர்த்தி எண் (Specific gravity)

தாதுப் பொருள்கள், அங்ககப் பொருள்கள் இவைகளின் சேர்க்கையே மண். தாதுப் பொருட்களின் அடர்த்தி எண் சராசரி 2·6 ஆகவும், அங்ககப் பகுதியின் அடர்த்தி எண் 1·24

ஆகவும் உள்ளன. 4 சதவீதம் அங்ககப் பொருள்கள் உள்ள மண்ணின் அடர்த்தி எண் 2·5 ஆகும். அங்ககப் பொருளின் அளவு கூடினால், மண்ணின் அடர்த்தி எண் குறையும்.

மண்ணில் திடப் பொருள்களும் (solids) காலி இடங்களும் இருப்பதால் அடர்த்தி எண்ணை நிர்ணயிக்கும்போது காலி யிடத்தைச் சேர்த்துக் கணக்கிட்டால், அந்த அடர்த்தி எண்ணுக்குப் போலி அடர்த்தி எண் (apparent specific gravity) என்றும், இடைவெளியை நீக்கிவிட்டு திடப்பொருளை மட்டும் கணக்கிட்டால், உண்மையான அடர்த்தி எண் (real specific gravity) என்றும் கூறப்படுகிறது. உண்மையான அடர்த்தி எண் என்பது மண் துகளின் அடர்த்தி எண் ஆகும். போலி அடர்த்தி எண், மண்ணின் அடர்த்தி எண் ஆகும். பொதுவாக அடர்த்தி எண்ணைக் குறிப்பிடும்போது, போலி அடர்த்தி எண்ணைத்தான் குறிப்பிடுகிறார்கள். களி மண்ணின் அடர்த்தி எண் குறைவு. மணலின் அடர்த்தி எண் அதிகம். மண்ணின் வகையைப் பொறுத்து அடர்த்தி மாறுபடுகிறது. கீழ்க்கண்ட அட்டவணை 5-ல் மண் வகைகளின் அடர்த்தி கொடுக்கப் பட்டிருக்கின்றது.

அட்டவணை 5

	மண் வகை		போலி அடர்த்தி எண்
1.	கடுங்களி	...	1·062
2.	மணற்களி	...	1·278
3.	மணற்களி அடி மண்	...	1·180
4.	இளக்கமான குறுமண்	...	1·222
5.	இளக்கமான குறுமண் அடிமண்	...	1.144
6	மணல் சேர்ந்த குறுமண்	...	1·225
7.	இளக்கமான மணற்கால்	...	1·266

மண்ணின் உட்பரப்பு (Internal surface)

மணலில் உள்ள எல்லா துகள்களின் மொத்த மேற்பரப்பு, மண்ணின் உட்பரப்பைக் குறிக்கும். துகள்களின் பருமன் குறையக் குறைய மண்ணின் உட்பரப்பு அதிகமாகும். களி மண்ணின் உட்பரப்பு மணலைவிட அதிகமாகும். மண்ணுக்கும், நீருக்கும் உள்ள தொடர்பையும் மண்ணில் நிகழும் இரசாயன மாற்றங்களையும், உட்பரப்பு பெருமளவில் கட்டுப்படுத்துவ தால் மண் குணங்களில் உட்பரப்பு முக்கியமான இடம் பெறு

கிறது. சாதாரணமாக மண் துகள்களைச் சுற்றி மெல்லிய நீர்ப் படலம் (film) படர்ந்திருக்கும். நுண்ணிய மண்ணின் உட் பரப்பு அதிகமாகையால் அதிகமான நீர் மண் துகள்களைச் சுற்றிப் படர்ந்துள்ளது. மேலும் இரசாயன மாற்றங்கள் மிகுதி யான அளவில் நடைபெறும். ஆகவே நுண்ணிய மண்ணில் மண் வளம் மிகுதியாகவுள்ளது. அட்டவணை-6 மண்ணின் உட்பரப்பைக் காட்டுகிறது.

அட்டவணை 6

மண் வகை	இடைவெளி சதவீதம்	ஒரு கன செ.மீ, மண்ணின் உட்பரப்பு
		சதுர செ.மீ.
மிக மெல்லிய களி	52·9	57,900
மெல்லிய களி	48·0	36,830
குறுமண்	44·1	15,500
மணற் குறுமண்	38·8	12,770
மணற்கால்	32·5	3,670

நீர் உறிஞ்சுதல் (Absorption of water)

களி நிறைந்த மண்ணில் மண் துகள்கள் சிறிதாகவும், நெருங்கியுமிருப்பதால் இடைவெளிகள் நுண்ணியவை களாகவும் நெருங்கியுமிருக்கும். ஆகவே, நீர், காற்று இவை களின் வேகம் குறைவாகும். சந்துகள் மூலம் பக்கவாட்டிலோ கீழ்நோக்கியோ நகர இடைஞ்சல்கள் அதிகமாக இருப்பதால் நீரை உறிஞ்சும் வேகம் குறைவாகும். மணற்கால் நிலங்களில் பெரும் சந்துகள் அதிகமாயிருப்பதால், நீரின் வேகம் அதிகம்; நீரை உறிஞ்சும் வேகமும் அதிகம்.

நீர்ப்பிடிமானம் (Retention of water)

மண் நீரைத் தன்னகத்தே பிடித்து வைப்பதை நீர்ப்பிடி மானம் என்பர். களி மண்ணில் மொத்த இடைவெளியும், உட் பரப்பும் மிகுந்திருப்பதால் நீர்ப்பிடிமானம் அதிகம். மணலில் இடைவெளியின் அளவும் உட்பரப்பும் குறைவாக இருப்பதால் நீர்ப்பிடிமானம் குறைவு.

மண்ணில் காற்று (Soil air)

மண் இடைவெளிகளில் நீரும் காற்றும் சேர்ந்து இருக்கும். அதிக ஈரமான மண்ணில் குறைந்த காற்றும், வரண்ட மண்ணில்

குறைந்த அளவு நீரும் இருக்கும். நீரின் அளவு பல்வேறு காரணங்களால் மாறுபட்டுக் கொண்டேயிருக்கும். நீர் நிரம்பாத இடைவெளியில் காற்று இருக்கும். கனத்த மழை பெய்தவுடனேயோ, நீர்த்தேக்கம் உண்டானலோ, மண்ணின் மேற்பகுதியில் நீர் நிரம்பியிருக்கும்; காற்று இருக்காது. நீர் வடிந்து கீழ்ப்பகுதியை அடையும்போது மேற்பகுதியில் காற்று வந்து சேரும். நீர்த் தேங்கியுள்ள மண்ணில் காற்று இருக்க வசதியில்லாமல் போய் விடுவதால், பயிர் வளர்ச்சி, உயிர் வகைகளின் செயல்கள், இரசாயன மாற்றங்கள் பாதிக்கப்பட்டு,மண் உற்பத்தித் திறனே இழந்து விடுகிறது. காரணம் காற்றின் இயக்கம் பயிரின் வளர்ச்சிக்கு மிகவும் தேவை.

மண் நீர் (Soil water)

பயிர்கள் வாடாமல், வளர்ச்சியடைந்து நல்ல பலனேக் கொடுக்க, வேண்டிய அளவு நீரை, தேவைப்படும்போது, மண் பயிர்களுக்குக் கொடுக்கவேண்டும். மண்ணில் நீரின் இயக்கம், நீரின் அளவு, பயிர்களுக்குக் கிடைக்கும் அளவு, நீராவியாக மாறும் நீரின் விரயம் ஆகியவற்றைத் தெளிவாகப் புரிந்து கொண்டால்தான் பயனுள்ள நீர்ப்பாசன முறைகளே யமைத்து, நிலத்தின் உச்சநிலேப் பலனேத் தொடர்ந்து அடைய முடியும். இந்த அம்சங்கள் மண்துகள்களின் பரிமாணம், அமைப்பு, அவற்றிற்கிடையேயுள்ள சிற்றிடைவெளி, பேரிடைவெளி, உட்பரப்பின் அளவு, மண் துகள்களோடு கூடிய அங்ககப் பொருள்கள், அவைகளின் அடர்த்தி போன்றவைகளேப் பொறுத்துள்ளன.

மண் நீர் வகைகள் (Kinds of soil water)

நன்ருக உலர்ந்த மண்ணேடு நீர் சேரும்போது முதலில் துகள்கள் நீரை உறிஞ்சுகின்றன. ஒட்டுச் சக்தியால் (adhesive force) மண் துகள்கள் நீர்த்துளிகளேத் தன்னிடத்து ஈர்த்து வைத்துக் கொள்கின்றன. பிணேப்பு சக்தியினுல் (cohesive force) நீர்த்துளிகள் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றன. ஆகவே. நீர் மண்ணேடு ஒட்டுச் சக்தியாலும் பிணேப்புச் சக்தியாலும் இணேந்து விடுகிறது. நீர்ச் சேர்க்கை அதிகமாக, அதிகமாக மண்ணிலுள்ள சிற்றிடைவெளிகள், பேரிடைவெளிகள் நிரம்பி மண் நன்ருக ஊறிவிடுகிறது. இதற்கு மேலும் நீர் சேர்ந்தால், புவி ஈர்ப்புச் சக்தியினுல் இயங்கும் நீரைப் புவி ஈர்ப்பு நீர் (gravitational water) என அழைக்கிருேம். மேலும் நீர்

சேர்வது நின்றுவிட்டால் புவி ஈர்ப்பு நீரானது பேரிடைவெளிகள் மூலம் மண்ணிலிருந்து வடிந்துவிடுகிறது. காலியான இடைவெளிகளில் காற்று வந்து சேர்கிறது. ஆயினும், நுண்ணிடைவெளிகளிலும் (capillary forces) துகள்களைச் சுற்றியும் உள்ள நீர் மிகவும் மெதுவாக நகரும். எந்தத் திசை நோக்கியும் நகரும் தன்மையுடையது. இந் நீரானது நுண்ணிடைவெளிகளாலான நுண் குழாய்கள் (capillary) மூலம் நுண்குழாய்ச் சக்தியினுல் (capillary force) ஈர்க்கப்படுவதால், நுண் குழல் நீர், அல்லது புழை நீர் (capillary water) என அழைக்கப்படுகிறது. இந் நீர், நீர் ஈர்ப்புச் சக்தி எத்திசையில் அதிகமாக உள்ளதோ அத் திசை நோக்கி நகரும். மண்ணிலுள்ள நீர், நீராவியாகவும், பயிர்களின் மூலம் நீர்ப்போக்காலும் மேல் நோக்கியும் புவி ஈர்ப்புச் சக்தியால் கீழ்நோக்கியும் நகர்வதால் அளவு குறைந்து ஒரு நிலையில் நுண் குழாய்கள் மூலம் நகர்வது கூட குறைந்துவிடுகிறது. எஞ்சியுள்ள நீரை, மண்துகள்கள் கெட்டியாகப் பிடித்து வைத்துக் கொள்வதால், பயிர்களுக்கு இந்நீரை எடுக்கும் அளவு சக்தியில்லை. மண் காய்ந்து உலர்ந்த நிலையை அடைகிறபோது இந்நிலையேற்படுகிறது. இந்நிலையில் பயிர்களுக்குத் தொடர்ந்து நீர் கிடைக்காவிடில், பயிர்கள் வாட ஆரம்பித்து, நாட்போக்கில் மடிய ஆரம்பிக்கும். மண் உலர்ந்த நிலையில், மண்ணிலுள்ள மிகக் குறைந்த அளவு நீரை, மிக மிக நுண்ணிய மண் துகள்களான நொய்மம் (colloids) பிடித்துக்கொள்ளும். இந் நீரை, உறிஞ்சு நீர் (hygroscopic water) என்பர். இது அதி வெப்பத்தினுல் நீராவியாக மாறி மண்ணிலிருந்து விடுபடுகிறது. ஆகவே, உறிஞ்சு நீர் பயிர்களுக்குப் பயனற்றுவிடுகிறது. பயிர்களுக்குப் புவி ஈர்ப்பு நீரும் கிடைப்பதில்லை. ஆகவே, பாசன வசதி அமைப்பில், புவி ஈர்ப்பு நீர், நுண் குழாய் நீர் அளவுகள் முக்கியமாகும்.

மண்ணில் நீர் இயங்குதல்

மண்ணிலுள்ள நீர் இயங்குவது மிகவும் சிக்கலான செயலாகும். ஏனெனில், நீர் நகரும் திசைகளும், நகர வைக்கும் சக்திகளும் சாதாரணமாக அடிக்கடி மாறுபடுகின்றன. புவி ஈர்ப்பு நீர் கீழ்நோக்கி நகர்கிறது. ஒட்டுச் சக்தி (adhesive force) யாலும், பிணைப்புச் சக்தியாலும் (Cohesive force), நீர், ஈர்ப்புச் சக்தி அதிகமாக உள்ள திசை நோக்கிப் பரவுகிறது. வெப்பத்தினுல் ஆவியாக மாறி காற்றுடன் கலந்து வெளியேறுகிறது.

மண்ணிலுள்ள துவாரங்களின், பேரிடைவெளிகளின் அளவையும் தொடர்ச்சியையும் பொறுத்துப் புவி ஈர்ப்பு நீரின்

நகரும் வேகம் அமையும். மணற் பாங்கான மண்ணில் அதிக வேகமாகவும், களி சார்ந்த மண்ணில் மெதுவாகவும் நீர் நகரும். மேல் மட்டத்திலேயே திரும்பத் திரும்ப உழுவதனுல் அடிக்கண்டம் இறுகி உழுகண்டம் (plough pan) என்ற இறுகிய கண்டம் உண்டாகிறது. அதேபோல் களி மண்ணிலும் இறுகிய கண்டம் ஏற்படும். இவ்வாருன கண்டங்கள் நீரின் நகரும் சக்தியைக் குறைத்துவிடுகின்றன. இவைகளை நல்ல உழவுமுறைகளால் திருத்திவிடலாம்.

பாசன நீர் நன்ருக ஊறிய மண்ணிலிருந்து, உலர்ந்த மண்ணுக்கு அலை அலையாக முன்னேறுகிறது. இந்த முன்னேற்றத்தின் வேகம் நிதானமற்றது. மண்ணிலுள்ள பேரிடைவெளிகள் நிரம்பும் வரை இந்த அலைகள் தேங்கி நின்று பின்பு முன்னேறுகிறது. உலர்ந்த மண்ணைக் காட்டிலும் ஈரமான மண்ணில் நீரின் முன்னேற்றம் ஒரே சீராக இருக்கும்.

புழை நீர் (capillary water) ஊடுருவது மண் துகள்களின் கூட்டமைப்பைப் (texture) பொறுத்துள்ளது. மண் துகள்களைச் சுற்றிச் சார்ந்துள்ள நீர்ப்படலத்தின் (film) கன வேறுபாட்டினுல் உண்டாகின்ற அழுத்த சக்தி காரணமாகச் சிற்றிடைவெளிகளில் நீர் நுண் குழல் புழை நீராக நகருகின்றது. கனம் அதிகமுள்ள நீர்ப்படலத்திலிருந்து கனம் குறைவான படலத்திற்கு நீர் நகர்கிறது. புழை நீரின் இயக்கம் மணற்பாங்கான நிலத்தில் மிக வேகமாகவும், களி மண் நிலத்தில் மெதுவாகவும் இருக்கும்.

வெப்பத்தினுல் நீர் ஆவியாக மாறி மண்ணிலிருந்து வெளிப்படும்போது காலியான இடத்தின் ஒரு பகுதியை நீர் சென்று அடைத்துக் கொள்கிறது. இவ்வாறு புழை நீரின் இயக்கம், மண்ணின் மேற்பாகம் சிறிது அளவு காயும் வரைதான் தொடர்ந்து நடக்கும். பின்பு, மண்ணின் மேல்பாகம் மிகவும் காய்ந்து விடுவதால், நீர், ஆவியாக மாறி மண்ணைவிட்டு வெளியேறும். இந்நிலையில் புழை நீரின் இயக்கம் தடைபடும்.

மண்ணில் நீர்ப்பிடிப்பு

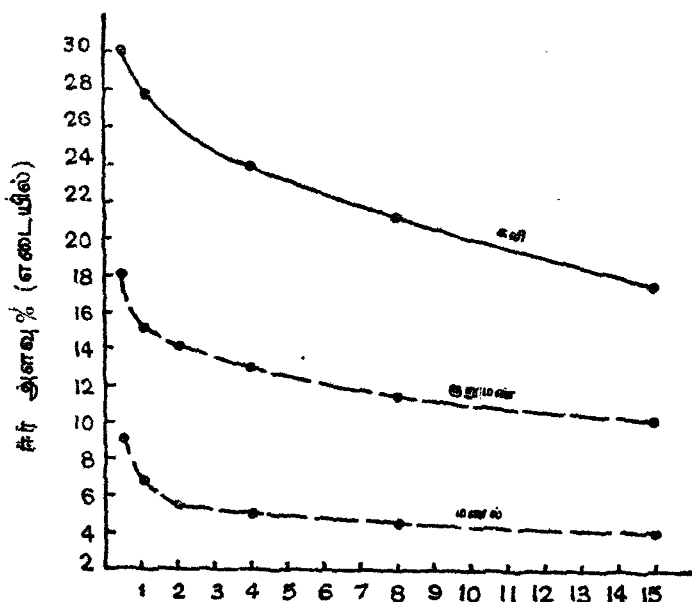
நனைந்த துணியிலிருந்து நீரை வெளியேற்ற, நன்ருகப் பிழிய வேண்டும். பிழியும் சக்தி அதிகமாக அதிகமாக வெளியேறும் நீரும் அதிகமாகிறது. அதாவது, துணியில் ஈரம் குறையக்குறைய அதிக சக்தியோடு பிழிய வேண்டியுள்ளது.

இதுபோலவே நீர் கொண்ட மண்ணைக் கையில் எடுத்துப் பிழிந்தால் நீர் வெளியேறும். மண்ணில் ஈரம் குறையக் குறைய, நீரை வெளியேற்ற அதிகப் பலத்துடன் பிழிய வேண்டும். மிகுந்த நீர் கொண்ட மண்ணில் இலகுவாக குறைந்த சக்தியினுல் அல்லது அழுத்தத்தினுல் புவி ஈர்ப்பு நீரை (cravitational water) வெளியேற்றிவிடலாம். எஞ்சி யிருக்கும் நீர் ஒட்டுச் சக்தி (adhesive force) பிணைப்புச் சக்தி (cohesive force) ஆகியவற்றுல் மண் துகள்களோடு கட்டுப் படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஒட்டுச் சக்தியால், மண் மூலக்கூறுகளும் நீர் மூலக் கூறுகளும் (molecules) ஒன்றையொன்று நெருக்கி இறுக்கிப் பிடித்துக் கொள்கின்றன. பிணைப்புச் சக்தியால் (cohesive force) நீரின் மூலக்கூறுகள் ஒன்றையொன்று இறுகப் பிடித்துக் கொள்கின்றன. ஆகவே, இவ்விரு சக்தி களாலும் மண்ணிலுள்ள சிற்றிடை வெளிகளும் நீரால் நிரப்பப் படுகின்றன. பேரிடை வெளிகளிலுள்ள நீர்ப் படலம் சிற்றிடை வெளிகளிலுள்ள நீர்ப் படலத்தைக் (film) காட்டிலும் கன மாகவே இருக்கும். நீர்ப் படலத்தின் மேற்புறம் காற்ருேடு தொடர்புள்ள நிலையில், நீர்மூலக் கூறுகள் குறைந்த சக்தியினு லேயே நகரும். ஆகவே, நன்ருக நீர் நிறைந்த மண்ணில் நீர் குறைந்த சக்தியினுல் வெளியேற்றப்படலாம். மண்ணில் நீரின் அளவு குறையக் குறைய மென்மேலும் நீரை வெளியேற்ற அதிக சக்தி வேண்டும். ஒட்டுச் சக்தி, பிணைப்புச் சக்தி இவைகளால் பிடிபட்ட நீரை வெளியேற்ற அதிக அளவு சக்தி உபயோகப்படுத்த வேண்டும். ஆனுல், உறிஞ்சு நீரை (hygroscopic water) வெளியேற்ற மிக அதிக அளவில் வெப்ப மூல சக்தியினைப் (heat energy) பயன்படுத்த வேண்டும்.

மண் ஈர அழுத்தம் (Soil moisture tension)

நீரை மண் எவ்வளவு பலத்துடன் தன்னுள் பிடித்துள்ளது என்பதன் அளவை மண் ஈர அழுத்தம் என்பர். குறிப்பிட்ட சதுர அலகுப் (unit area) பரப்பிலிருந்து நீரை வெளியேற்றத் தேவைப்படும் சக்திதான் ஈர அழுத்தமாகும். பொதுவாக அழுத்தத்தை (pressure) அளவிடும் அலகுகள்மூலம் இந்தச் சக்தியை அளவிடலாம். கடல் மட்டத்தில் 21°C வெப்ப நிலையில் வாயுமண்டல அழுத்தம் (atmospheric pressure) சதுர சென்டிமீட்டருக்கு 1.036 கிலோ கிராம் எடையுள்ளதாகும். அல்லது 76·39 சென்டிமீட்டர் உயரமுள்ள பாதரசத்தின் அழுத்தமாகவோ, 1036 சென்டிமீட்டர் உயரமான நீரின் அழுத்தமாகவோ காற்றின் அழுத்தத்தை அளவிடலாம். ஆகவே, நீரை மண்ணிலிருந்து வெளியேற்றத் தேவையான

சக்தியை வாயுமண்டல அழுத்தமூலம் அளவிடலாம். சக்தியை அளக்கும் எந்த அலகு மூலமும் அளவிடலாம்.

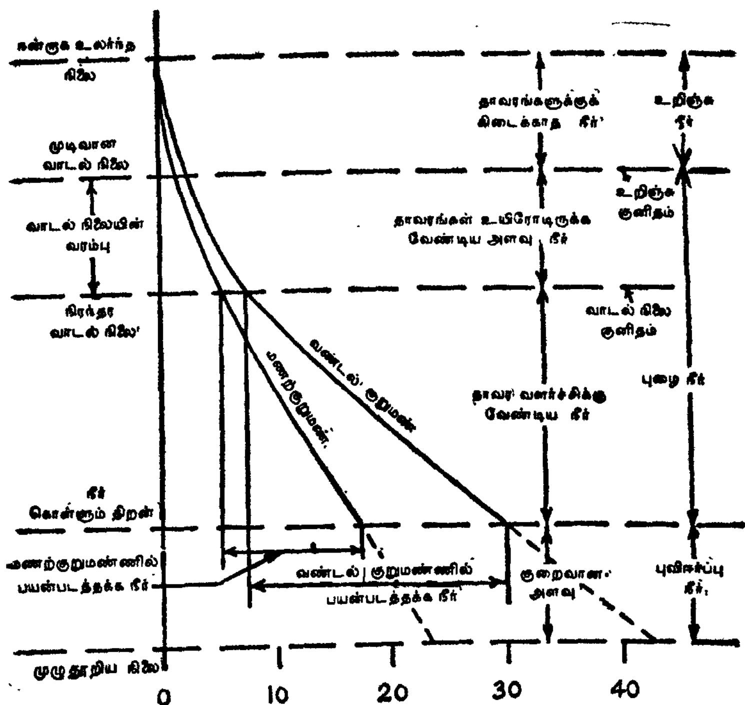


படம் 3. மண்ணின் ஈர அளவும் அழுத்தமும்

ஈர அழுத்தம், மண்ணிலுள்ள நீரின் அளவையோ அல்லது அழுத்தத்தினுல் எவ்வளவு நீரை வெளியேற்றலாம் என்பதையோ குறிப்பிடாது. இந்த அளவுகள் (structure) மண் கட்டமைப்பையும் மண் துகள்களின் பருமனையும், கூட்டமைப்பையும் (texture) பொறுத்துள்ளன. பொதுவாக மணற்பாங்கான நிலத்தில், குறைந்த ஈர அழுத்தத்தால் பெரும் பாலான நீரை வெளியேற்றிவிடலாம்; ஆனுல், களிமண் நிலத்தில், அதிக ஈரம் இருப்பினும், அதிக ஈர அழுத்தத்திலும், நீர் விடுதலையாகாததனுல் பயிர்கள் வாட ஆரம்பித்து விடுகின்றன.

குறிப்பிட்ட ஈர அழுத்தத்தில் ஒரு மண்ணில் எவ்வளவு ஈரம் உள்ளது என்பதை ஈர அழுத்தத்தையும், அதற்கு நேரான மண்ணின் ஈரத்தையும் இணைக்கும் வரைபடத்திலிருந்து அறியலாம்.

படம் 3 ஈர அழுத்தம், மண்ணிலுள்ள ஈரம் இவைகளைக் கொண்டு வரைந்த வரைபடம். படத்தில், நெட்டு வசத்தில் மண்ணிலுள்ள ஈரத்தை எடைவிகிதத்திலும், படுக்கை வசத்தில் மண்ணின் ஈரத்தின் அழுத்தத்தைக் காற்று அழுத்தத்தின் மூலமாகவும் குறிப்பிட்டுள்ளன. இந்தப் படம் களிமண், மணல் மிகுந்த மண், குறுமண் சேர்ந்த மண் ஆகியவற்றின் எவ்வளவு அழுத்தத்தில் எவ்வளவு நீர் விடுபடும் என்பதைக் காட்டுகிறது.



படம் 4. மண்ணின் ஈர அளவும் பயிர்களுக்குக் கிடைக்கும் அளவும்

நீரில் உப்பு கலந்திருப்பின் நீரை நீக்க அதிக சக்தி வேண்டும். மண்ணிலுள்ள உப்பு சார்ந்துள்ள நீரில் கரைவதால் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் (osmotic pressure) அதிகமாகி பயிர்கள் உட்கொள்ளும் நீரின் அளவைக் குறைக்கிறது. ஆகவே, நீரில் கரைந்துள்ள உப்பின் அளவை அறிவது அவசியம்.

பயன்படத்தக்க நீர் (Available water)

நீர்ப்பாசன முறைகளை உருவாக்கும் பொறியியல் வல்லுநர், மண்ணில் உள்ள நீரில் எந்த அளவு பயன்படும் என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும். மண்ணில் நீர் கொள்ளும் திறன் (field capacity) நிலையான வாடல் நிலை (permanent wilting point) ஆகிய இந்த இரண்டு நிலைகளுக்கிடையே உள்ள ஈரம்தான் பயிர்களுக்குக் கிடைக்கும். மண்ணின் ஈர அழுத்தம், சவ்வூடு பரவல் இவைகளினால் மட்டுமல்லாமல், மண்ணின் வெப்ப நிலையும் பயிருக்குக் கிடைக்கும் நீரின் அளவைக் கட்டுப் படுத்துகிறது. குறைந்த மண் வெப்பம், குறைந்த நீரைப் பயிர் களுக்குக் கொடுக்கிறது. படம் 4 மணல் சேர்ந்த குறு மண்ணிலும் (sondy loam), வண்டல் சேர்ந்த குறு மண்ணிலும் (silt loam) எந்தெந்த ஈர அளவில் பயிர்களுக்கு எவ்வளவு நீர் கிடைக்குமென்பதைக் காட்டுகிறது.

நீர்கொள்ளும் திறனானது (field capacity) நன்றாக நீர் வடிந்த நிலத்திலுள்ள ஈரத்தின் அளவைக் குறிக்கும். இந்நிலை யில் புவி ஈர்ப்புச் சக்தியினால் நீர்வடிந்த பிறகு, புவி ஈர்ப்புச் சக்தியினால் ஈர்க்கப்பட முடியாத உச்சவரம்பு நீரின் அளவை நீர் கொள்ளும் திறன் எனக் குறிப்பிடுவர். இந்நிலையில், பேரிடை வெளிகளில் காற்று நிரம்பியும், சிற்றிடை வெளிகளில் நீர் நிரம்பியுமிருக்கும். நீர் வடிதல் மிகவும் குறைவாகவும் மெது வாகவும் இருக்கும். மண் துகள்களின் பருமனைப் (texture) பொறுத்து, நீர் கொள்ளும் திறன் நிலையில் உப்பில்லாத மண்ணின் ஈர அழுத்தம் 0·1-லிருந்து 0·7 காற்று மண்டல அழுத்தமாக இருக்கும்.

ஒரு மண்ணின் நிலையான வாடல் நிலையில் (permanent wilting point) பயிர்களில் நீராவிப் போக்கினால் (transpiration) வெளியேறும் நீரைச் சரிகட்டும் அளவிற்கு ஈரம் இருக்காது. இந்நிலை நீடித்தால் பயிர் வாடி மடிந்துவிடும். மண் துகள் களின் பருமனைப் பொறுத்தும், மண் நீரில் கரைந்துள்ள உப்பின் அளவைப் பொறுத்தும், பயிரின் பருவத்தைப் பொறுத்தும், நிலையான வாடல் நிலையில் மண்ணின் ஈர அழுத்தம் 7-லிருந்து 32 வாயு மண்டல அழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். பொது வாக, 15 வாயு மண்டல அழுத்ததை நடைமுறையில் பயன் படுத்துகிறார்கள்.

பயிர்களின் வளர்ச்சிக்குப் பயன்படும் ஈரம், நிலையான வாடல் நிலைக்கும், நீர் கொள்ளும் திறன் நிலைக்கும் இடையே

யுள்ள புழை நீராகும். இந்நீரை (available water) நீர் கொள்ளும் திறன் நிலையிலுள்ள ஈரத்திலிருந்து, நிலையான வாடல் நிலையிலுள்ள ஈரத்தைக் கழித்துக் கணக்கிடலாம்.

நன்றாக வடியும் மணற்பாங்கான நிலத்தில் பயன்படும் நீர் குறைவாகவே யிருக்கும். ஏனெனில், மணலிலுள்ள பெரும் பாலான பேரிடைவெளிகளில் காற்று நிரம்பியிருப்பதால் நீரின் அளவு குறைவாகவேயிருக்கும். ஆனால் வண்டல் மண்ணில் (silt soil) அதிகமான நீர் பயிர்களுக்கு உபயோக மாக இருக்கும். கீழ்க்கண்ட அட்டவணை பல்வேறு மண் வகைகளில் பயன்படக்கூடிய நீரைக் காட்டுகிறது. நீரின் அளவை அடிக்கு எத்தனை அங்குல நீர் என்ற கணக்கில் குறிப் பிடுவது பழக்கத்திலிருந்து வருகிறது. அதையும் அதற்குச் சரி யான மெட்ரிக் அளவுகளும் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது.

மண்ணின் வகை	ஒரு அடி மண்ணில் உள்ள நீர் அங்குலத்தில்	ஒரு மீட்டர் மண்ணில் உள்ள நீர் மி. மீ-ல்
அதி பெருமணல்	0·40 - 0·75	33 - 63
பெரு மணல், சிறு மணல், குறுமண் சேர்ந்த மணல்	0·75 - 1·25	63 - 102
மணல் சேர்ந்த குறுமண், நுண்மண் சேர்ந்த குறுமண்	1·25 - 1·75	102 - 146
குறுமண், வண்டல் சேர்ந்த குறுமண்	1·5 - 2·30	125 - 192
களி குறுமண், மாக்களி சேர்ந்த குறுமண்	1·75 - 2·50	146 - 209
மணல் சேர்ந்த களி, வண்டல் சேர்ந்த களி, களி.	1·60 - 2·50	133 - 209
பீட் (peat), மக் (muck)	2·00 - 3·00	167 - 250

நீர்ப்பாசன முறையை நல்ல முறையில் அமைக்க, பயன் படக்கூடிய நீரின் அளவு மிகவும் முக்கியமாகையால் அதை சரியாக நிர்ணயம் செய்யவேண்டும்.

தாவரங்கள்

நீர்ப்பாய்ச்சு முறைகளை விஞ்ஞான அடிப்படையில் அமைக்க வேண்டிய அவசியத்தை அதிகம் வலியுறுத்த

வேண்டியதில்லை. வேண்டிய அளவுக்கு நீர் பாய்ச்சாவிடில் பயிர் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படும். அதிகமாகப் பாய்ச்சினால், நீர் வீணாவதோடு நிலத்தின் தன்மையும் கெட்டுவிடும். சில சந்தர்ப்பங்களில், பயிர் தேவையோடு நிலத்திலுள்ள வேண்டாத உப்புகளை நீக்க வேண்டிய அளவுக்கும் நீர் பாய்ச்சுதல் வேண்டும்.

பயிர்களின் தேவையை எவ்வாறு பூர்த்திசெய்வது, அதற்கு எந்த முறையில் நீர் பாய்ச்சுவது என்பது பயிர்களைப் பொறுத்ததாகும். பயிர்கள் வேர்கள்மூலம் நீரை எடுத்து, தமது வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய ஓரளவு நீரை உட்கொண்டு, எஞ்சியுள்ள நீரை நீராவிப் போக்கு (transpiration) மூலம் வெளிவிடுகின்றன. பயிர்கள் வேண்டிய நீரை வேர்கள் மூலமே பெறுகின்றன. பயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய உணவுப் பொருள்களை பயிர்கள் நீர் மூலமே பெறுகின்றன. ஆதலின் வேர்களின் அமைப்பு, அவை மண்ணில் எந்த ஆழத்திற்குப் பரவும், எவ்வாறு அவை நீரை உட்கொள்கின்றன, அவ்வாறு உட்கொள்வது மண்ணின் தன்மையாலும், மண்ணினுள் கரைந்துள்ள உப்பின் அளவு குணங்களாலும் எங்ஙனம் மாறுகிறது என்பதையும் தெரிந்துகொள்ளவேண்டும்.

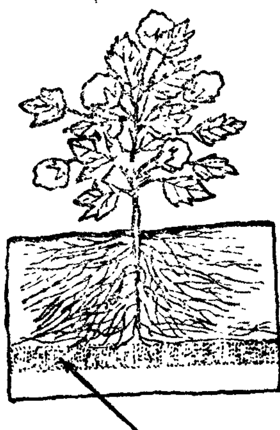
வேர்களின் குணங்கள்

பயிர்களுக்கு வேண்டிய நீரைக்கொண்டுள்ள மண்ணின் ஆழத்தை வேர்களின் குணங்களைப் பொறுத்து நிர்ணயிக்க வேண்டும். எந்த அளவுக்குப் பயிர்கள் நீரை உட்கொள்கின்றன என்பது வேர்களின் ஆழம், அவை எவ்வாறு மண்ணில் பரவியுள்ளன என்பவைகளைப் பொறுத்துள்ளது.

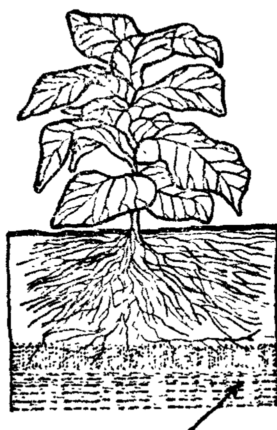
அநேகமாக எல்லா வகைத் தாவரங்களும் நீரை உட்கொள்ளக் கூடிய வேர்களின் அமைப்பைக் கொண்டுள்ள வேர்களின் நுனிகளில் நுண் வேர்கள் ஏராளமாக உள்ளன. இந்த நுண் வேர்கள் மண் துகள்களோடும், காற்றோடும் மிகவும் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டு, நீரையும் காற்றையும் உட்கிரகிக்கின்றன.

அதிகமான ஈரத்தை நோக்கி வேர்கள் நீண்டு வளர்ந்து மண் துகள்களை அணைத்து நீரைக் கொள்கின்றன. வேர்களின் நுனிப்பாகம் பரவியிருக்குமிடத்தில்தான் நீர் உட்கொள்ளப் படுவதால், அங்குதான் ஈரம் வெகுவாகக் குறைகிறது. இவ்வாறு ஈரம் குறைந்த இடத்தை நோக்கிப் புழைநீர் (capillary water)

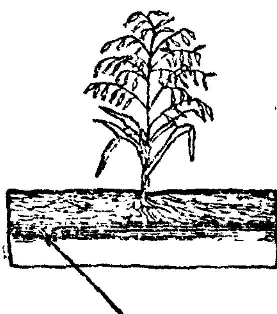
நகர்கிறது. ஆகவே புழை நீர் இயக்கமும், வேர்கள் அதிக ஈரமான மண்ணையடைய விழைவதும் ஆகிய இரண்டு செயல்களையும் அறிந்து கொண்டால் தாவரங்கள் எவ்வாறு நீரை உட்கொள்கின்றன என்பதைப் புரிந்து கொள்ளலாம்.



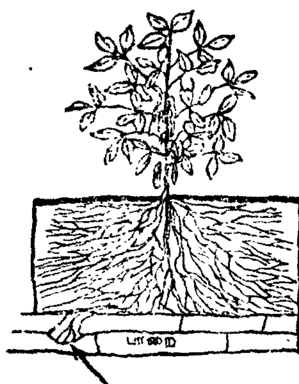
வாடல் நிலைக்குக் கீழ் ஈரமுள்ள வரண்ட மண்



உயர்ந்த நீர் நிலை



மிகவும் இறுகிய கண்டம்

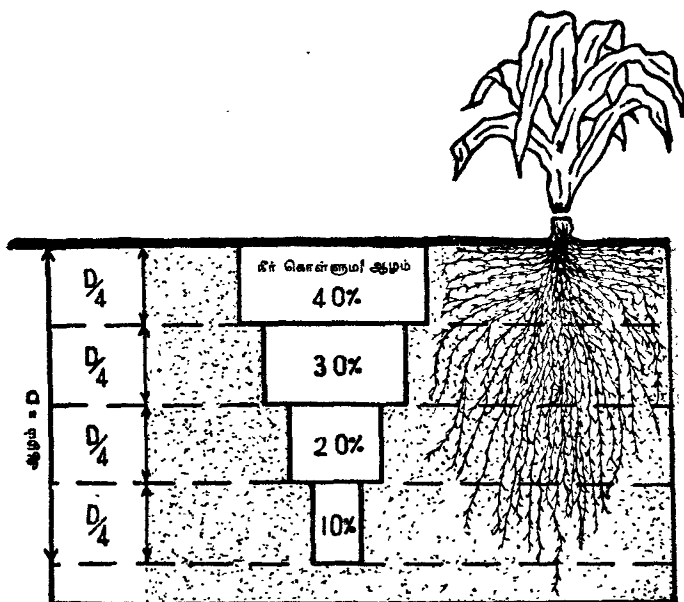


பாறை

படம் 5. மண்ணின் குணங்களும், வேர்களின் வளர்ச்சியும்.

நீர்ப்பாய்ச்சுதலின் நோக்கம், வேர்களுக்கு நேரடியாக நீர் கிடைக்க வேண்டிய வசதியைச் செய்வதேயாகும். எல்லாவகைத் தாவரங்களும், ஒரே மாதிரியான வேரமைப்பைக் கொண்டிருக்க மாட்டா. சில பயிர்கள் ஆழமான வேரமைப்

யையும், சில பயிர்கள் மிதமான, ஆழம் குறைந்த அடர்த்தியான வேரமைப்பையும் கொண்டுள்ளன. உருளைக் கிழங்கு, வெங்காயம் போன்ற பயிர்களின் வேர்கள் 60 செ. மீ. ஆழம் டரவியிருக்கும். பருத்தி, மக்காச் சோளம், தக்காளி போன்ற



படம் 6. வேர்களின் நீர்கொள்ளும் அளவு

பயிர்களின் வேர்கள் 125 செ. மீ. ஆழத்திற்கு மேலும் படரும். கரும்பு போன்ற பயிர்களின் வேர்கள் நல்ல வடிகாலமைந்த பொலபொலப்பான மண்ணில் 200 செ. மீ. ஆழத்திற்கும் இறங்கும்.

வேர்களின் வளர்ச்சி, மண்ணின் தன்மையால் வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகின்றது. இறுக்கமான மண்ணிலும் ஆழம் குறைந்த மண்ணிலும், வேர்களின் ஆழம் தடைப்படுகிறது. மணல் சேர்ந்த குறுமண் கண்டங்களாலாகிய மண்ணில், மணல் கண்டத்தைக் காட்டிலும், (sandy layer) வேர்களின் வளர்ச்சி அதிகம். அநேகமாக எல்லாவகைப் பயிர்களின் வேர்கள், களி சேர்ந்த மண்ணைக் காட்டிலும், மணல் சேர்ந்த மண்ணில் நல்ல வளர்ச்சியடைகின்றன.

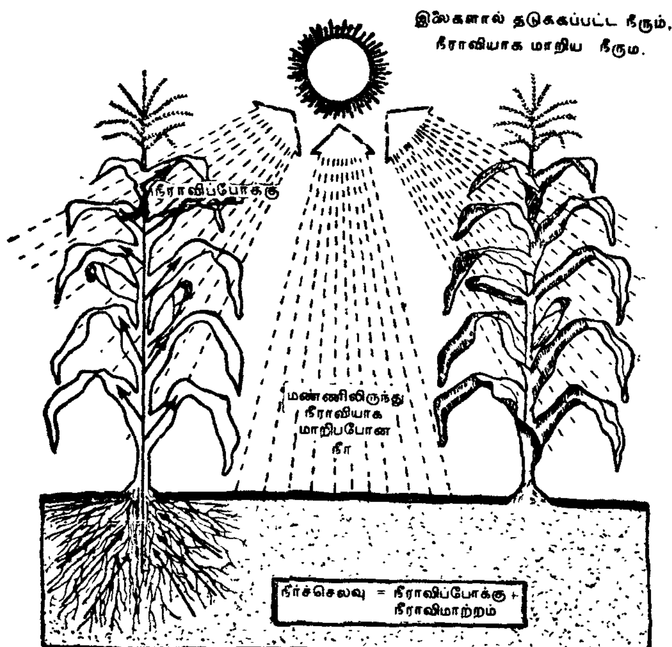
நிலையான வாடல் நிலைக்கும் அதற்குக் கீழும் உள்ள ஈரத்தில் வேர்கள் வளரா. ஆகவே காய்ந்துபோன கண்டங்கள் வேர்களின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. அதேபோல் நிலத்தில் அதிகமான நீர் நிலை (water table) வேர்களின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. நீர் மட்டம் அதிகமானால் பயிர்களின் உயிருக்கே ஆபத்துண்டாகும். நீரில் அதிகமான வேண்டாத உப்புகள் கரைந்திருந்தாலும் வேர்களின் வளர்ச்சி தடைபடும். படம்-5 வேர்களின் வளர்ச்சியைத் தடைசெய்யும் சில காரணங்களை எடுத்துக்காட்டுகிறது.

பொதுவாக எல்லா வகைத் தாவரங்களிலும், நீரைக் கொள்ளும் வேர்கள் மேற்பகுதியில் அதிகமாக உள்ளன. நல்ல சாதகமான வெப்ப நிலையும், காற்றோட்டமும் உள்ள மண்ணில், பயிர்கள் அடர்த்தியாகவுள்ள வேர்ப்பகுதியிலிருந்து, அதிக நீரை எடுத்துக் கொள்கின்றன. இந்த வேர்கள் தரை மட்டத்திலிருந்து சில சென்டி மீட்டர் (45 செ. மீ) ஆழத்திலேயே இருப்பதாலும், மண்ணின் மேற்பகுதியிலிருக்கும் நீர் விரைவாக ஆவியாக மாறிவிடுவதாலும், இப்பகுதியில் நீர் விரைவாகக் குறைகிறது. அதனால் பயிர்களின் வேர்கள், இன்னும் ஆழமான பகுதியிலிருந்து நீரை உட்கொள்கின்றன. ஒரே மாதிரியமைப்புள்ள மண்ணில், மேற்பகுதியில் ஈரத்தை வேகமாகவும், கீழ்ப்பகுதியில் மெதுவாகவும் பயிர்கள் எடுத்துக் கொள்கின்றன. பொதுவாக, ஒரே மாதிரியான அமைப்புள்ள மண்ணில், எல்லா வகைப் பயிர்களின் நீர் கொள்ளும் திறன்களும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. வேரின் நீர் கொள்ளும் ஆழத்தை நான்கு பாகங்களாகப் பிரித்துக் கொண்டால், முதல் மேற்பாகத்தில் 40% ஈரமும், இரண்டாவது மேற்பாகத்தில் 30% ஈரமும், மூன்றாவது மேற்பாகத்தில் 20% ஈரமும், கடைசிப் பகுதியில் 10% ஈரமும் வேர்களால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. படம்-6 வேர்கள் எவ்வாறு ஈரத்தை எடுத்துக் கொள்கின்றன என்பதை விளக்குகிறது.

மாறுபட்ட மண் அமைப்புக் கண்டங்களாலான மண்ணில், குறைந்த நீர் கொள்ளும் சக்தியுள்ள கண்டத்தைப் பொறுத்து, பயிரின் நீர் கிரகிக்கும் தன்மை மாறுபடும். வேர்களின் வளர்ச்சிக்குத் தடையாக உள்ள எந்தக் கண்டமும், பயிர்களின் நீர் கொள்ளும் தன்மையை மாற்றிவிடும்.

பாசன நீர்த் தேவையைக் கணக்கிடும்போது வேர்களின் ஆழத்தை அதாவது மண்ணின் ஆழத்தைச் சரியாகக் கணக்கிட

வேண்டும். அதிகமான மகசூலைக் கொடுக்கக்கூடிய வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய ஈரத்தைக் கொடுக்கும் மண்ணின் ஆழமே சரியான ஆழமாகும். ஆனல், வேரின் அதிகமான ஆழமே, மண்ணின் ஆழமாக இருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. ஏனெனில் நீளமான வேர்கள் கொண்ட பயிர்கள், வேண்டிய



படம் 7. நீர்ச்செலவின் விளக்கம்

பெரும்பாலான ஈரத்தை மேற்பகுதியிலிருந்து எடுத்துக்கொள்கின்றன. வேர்களின் வளர்ச்சி, ஆழம் இவைகள் மண்ணின் தன்மை, வெப்ப தட்ப நிலையைப் பொறுத்து மாறுபடுவதால், ஆங்காங்குள்ள நிலைமைகளைப் பொறுத்து வேர்களின் ஆழத்தை நிர்ணயம் செய்வதுதான் நல்லது.

நீர்ச்செலவு

நீர்ச் செலவு (consumplive use) என்னும் சொல், (evapo-transpiration) நீராவி மாற்றம்-நீராவிப் போக்கு இவற்றல் வெளியேறும் நீர் அளவைக் குறிக்கிறது. நீர்ச் செலவானது நீராவி மாற்றம் மூலமும் நீராவிப் போக்கு மூலமும் செலவாகும் ஈரத்தோடு பயிர்கள் வளர்ச்சிக்காக உபயோகப்படுத்தும் ஈரத்

தையும், பயிரைச் சுற்றியுள்ள நிலப்பரப்பிலிருந்து நீராவியாகப் போகும் ஈரத்தையும், மழை நீர் பயிர்களில் படிந்து நீராவியாகி மாறிப் போகும் நீரின் அளவையும் சேர்த்துச் சொல்லப்படும். படம்-7 நீர்ச் செலவை விளக்குகிறது.

மண்ணிலுள்ள ஈரம் பயிர்களால் உட்கொள்ளப்பட்டு பயிர்களின் இலைகள், மென்தண்டு இவைகள் மூலமாக நீராவி யாக வெளியேறும் செயலை நீராவிப் போக்கு எனக் குறிக் கிறோம். பாசனத்திற்காகக் கணக்கிடும்போது, பயிர்களின் வளர்ச்சிக்காகச் செலவான நீரையும், பயிர்கள் அவையிடத்தே கொண்டுள்ள நீரையும் நீராவிப் போக்கில் சேர்த்துக் கொள்வர். ஆனால் மண்ணின் மேற்பரப்பிலிருந்து நீராவியாகப் போகும் நீரை, நீராவிப் போக்கில் சேர்க்காது, நீர்ச் செலவில் சேர்த்துக் கொள்வர்.

நீராவிப் போக்கானது பெரும்பாலும் பகல் வேளையில் வெளிச்சத்தில் நடைபெறுகிறது. நீராவிப் போக்கு, சூரியன் வருமுன் மிகக் குறைந்த அளவிலும், நடுப்பகலுக்கு முன்பு மிகுந்த அளவிலும் உண்டாகிறது. நீர்ச் செலவில் பெரும் பகுதி நீராவிப் போக்காகும்.

மண்ணிலுள்ள ஈரத்தின் அளவு, பயிர்களின் அடர்த்தி. தன்மை, சூரிய வெளிச்சத்தின் அளவு, காற்றுநிலை, வெப்பநிலை, மண்ணின் உரம் இவற்றைப் பொறுத்து நீராவிப் போக்கு மாறும். வெயிற் காலத்தில், சூடான காற்று வீசுவதனால், பயிர்கள் நிலத்திலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளும் நீருக்கும் அதிக மாக நீராவிப் போக்கால் நீர் வெளியேறி விடுகிறது. இந் நிலையில் பயிர்கள் வாட ஆரம்பித்து விடுகின்றன.

நிலத்திலுள்ள நீர், நீராவியாக மாறி, காற்றோடு சேர்ந்து விடும் செய்கையை நீராவியாதல் எனக் குறிப்பிடுகிறோம். வெப்பநிலை, காற்றழுத்தம், காற்றின் வேகம், நிலப்பரப்பின் தன்மை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து நீராவியாகும் அளவு மாறு படுகிறது. நீர்ச் செலவில், நீராவியைக் குறிப்பிடும்போது, மண் பரப்பிலிருந்தும், பயிர்களில் படிந்த நீரிலிருந்து செல்லும் நீரைச் சேர்த்துக் கணக்கிட வேண்டும்.

குறைந்த அளவில் அடிக்கடி நீர் பாய்ச்சும்போது, நீராவியாவதால் நீர் இழப்பு அதிகமாகிறது. ஆழமாக நீர் பாய்ச்சும்போது, நீர் இழப்புக் குறையும். பயிர்களுக்கு அதிக ஈரம் கிடைக்க ஏதுவாகிறது. அடர்த்தியாக வளரும் பயிர் களில் நீராவி இழப்புக் குறைவாகிறது. காரணம், பயிர்கள் அதிகமான நீரை நீராவிப்போக்கால் வெளியேற்றுவதோடல் லாமல், தரைக்கு நல்ல நிழலையும் கொடுக்கிறது. நீராவி

இழப்பு நாட்டின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் மாறுபட்டிருப்பதோடு மாறுபட்ட நேரத்திலும் சூழ்நிலையிலும் மாறும்.

நீர்ப் பாய்ச்சலுக்குப் பின், மண்ணின் மேற் பகுதியில் ஈர அளவு குறையக் குறைய, நீராவி இழப்புக் குறைந்துகொண்டே போகும். நீர் பாய்ச்சலுக்கிடையே உண்டாகும் நீராவி இழப்பு, உழவு முறைகள், மண்ணின் தன்மை, தட்ப வெப்ப நிலை, பயிர்களின் தன்மை, பயிர் வளர்ச்சியின் கட்டம், நீர் பாய்ச்சலின் முறை, இடைவெளி ஆகியவற்றைப் பொறுத் திருக்கிறது. பயிர்கள் வளர்ச்சியடைந்து அதிக நிழல் கொடுப் பதால் நீராவி இழப்பு பயிர் வளர்ச்சியடைய அடையக் குறை கிறது.

தினசரி நீர்ச்செலவு (Daily consumptive use)

தினசரி நீர்ச்செலவு, நீராவிச் செலவு, நீராவிப் போக்குச் செலவைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. பயிர்களின் இளம் வயதில் நீர்ச் செலவு குறைவாகவும். வளர்ச்சியடைந்து பூ, கதிர், காய்விடும் பருவத்தில் அதிகமாகவும், பயிர்களின் முதிர்ச்சிப் பருவத்தில் குறைந்தும் இருக்கும். விதை விதைத்ததிலிருந்து முளைத்து வெளியில் வரும்வரை மண்ணின் ஈரம் நீராவிச் செலவினுல் குறைகிறது. பயிர் முளைத்து வளர ஆரம்பித்த வுடன் நீராவிப் போக்குச் செலவு ஆரம்பிக்கிறது. மண்ணின் ஈரம், நீராவிச் செலவு, நீராவிப் போக்குச் செலவு ஆகியவற்ருல் குறைகிறது.

பருவ நீர்ச் செலவு (Seasonal consumptive use)

பயிர்களின் வளர் பருவத்தில் நீராவிச் செலவு நீராவிப் போக்குச் செலவு ஆகியவைகளினுல் ஆன மொத்த நீர்ச்செலவு பருவ நீர்ச் செலவு ஆகும். இந்த நீர்ச் செலவை, ஹெக்டேருக்கு எத்தனை சென்டி மீட்டர் என்றும், அல்லது நீரின் அளவை சென்டி மீட்டரிலும் கொடுப்பது வழக்கம். பருவ காலத்தின் பாசன நீரின் அளவைக் கணக்கிட, பருவ நீர்ச் செலவின் அளவு தெரிய வேண்டியது அவசியமாகிறது.

உயர்நிலை பருவ நீர்ச்செலவு (Peak period consumptive use)

பயிரின் பருவ காலத்தில் நீச் செலவு சில நாட்களுக்கு மிகவும் அதிகமாயிருக்கும். இந்நாட்களின் நீர்ச் செலவின் சராசரி அளவு உயர்நிலைப் பருவ நீர்ச்செலவு எனப்படுகிறது. இந்த அளவு நீர்ப் பாசன முறைகளை அமைக்கத் தேவைப் படுகிறது. சாதாரணமாக, பயிர்கள் பலனளிக்கும் சமயத் திலும், நல்ல வளர்ச்சியடைந்த காலத்திலும், உச்ச வெப்ப நிலையிலும் நீர்ச் செலவு அதிகமாகிறது. பயிர்களின் உச்ச நீர்ச்செலவு எப்போது ஏற்படுகிறது என்பது போன்ற விவரங்கள் ஒரே சமயத்தில் பல பயிர்கள் சாகுபடி செய்ய உதவுகிறது.

2. வடிகால் தத்துவங்கள்

(Drainage principles)

நில நீர் மட்டமும், மண்ணின் குணங்களும்

வடிகால் வசதியமைப்பின் முக்கியமான நோக்கம், பயிர் விளைச்சலைப் பெருக்கவும், விளைபொருள்களின் தரத்தைக் கூட்டவும், மண்ணின் தரத்தை உயர்த்துவதுமாகும். இதை யடைய, நில நீர் மட்டம் (water table) கீழாக இருத்தல் வேண்டும். இங்ஙனம் இருப்பின் காற்று, மண்ணில் எளிதில் நுழைந்து, பயிர்களுக்கு வேண்டிய பிராணவாயுவைக் கொடுக்கும். அதே சமயத்தில் மண்ணில் பயிர்கள் வெளி விடும் கரியமிலவாயு (carbon diaxide) மண்ணிலிருந்து வெளி யேறவும் வசதியுண்டாகிறது. ஆகவே காற்று, மண்ணில் சேர்ந்து, கரியமில வாயுவை மண்ணிலிருந்து வெளியேற்றி, மண்ணின் தன்மைகளை நல்ல முறையில் பாதுகாத்து, பயிர் களின் வளர்ச்சிக்குச் சாதகமான நிலையை உண்டாக்க நில நீர் மட்டம் கீழிருப்பது நலம்.

ஆனுல் மண்ணில் காற்றோட்டம் அதிகமாக அதிகமாக பயிர்களுக்குக் கிடைக்கும் நீரின் அளவு குறைவுபடும். காரணம், மண்ணின் மேல் கண்டத்தில் நீரின் அளவு குறை கிறது. மேலும் நீரின் இயக்கம் குறைவு படுகிறது. ஆகவே, இந்த அம்சங்களை மனத்தில் கொண்டு, நில நீர்மட்டம் எந்த அளவிற்குத் தாழ்ந்திருக்க வேண்டுமென்பதை நிர்ணயிக்க வேண்டும். நீர் மட்டத்தை அதிகம் குறைத்தால், பயிர்களுக்கு வேண்டிய அளவு நீர் கிடைக்காமல் போய்விடலாம். மாருக நீர் மட்டம் நில மட்டத்திற்கு அருகாமையில் இருந்தால் பயிர் களின் வேர்ப்பகுதியில் வேண்டிய அளவு காற்று இல்லாமல் போய்விடலாம். சில சமயங்களில் இந்த இரண்டு தேவை

களையும் பூர்த்திசெய்யமுடியாத நிலையில் இரண்டுக்கும் நடுத்தர மான ஓர் முடிவு எடுக்கவும் வேண்டியிருக்கும்.

ஆகவே பயிர்களின் காற்றுத் தேவைகளையும், நீர்த் தேவைகளையும் புரிந்துகொள்வது அவசியமாகிறது. பயிர்களின் நீர்த் தேவைகள், ஆவியாதல், நீராவிப்போக்கு (euapo-transpiration) இவற்றைப்பற்றியும் அறிந்து கொள்வது நலமாகும்.

மண்ணில் காற்றோட்டம்

மண்ணில் காற்றின் அவசியத்தைப்பற்றி விரிவான ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டுள்ளன. காற்றானது, பயிர்களின் வேர்களுக்கு வேண்டுவதோடு, மண்ணில் ஆக்ஸிகரணத்தால் உண்டாகும் நச்சுக் காற்றுகளை அகற்றவும், தாவரப் பொருட்கள் மக்கவும் உதவுவதோடு, மண்ணின் வெப்ப நிலையையும் கட்டுப்படுத்துகிறது.

பயிர்கள் வளர்ச்சிக்கு காற்று எவ்வாறு உதவுகிறது என்று அநேக ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டிருந்தாலும், ஆக்ஸிஜன் எந்த அளவிற்கு வேண்டும் என்பது போன்ற விவரங்கள் முழுமையாகக் கிடைக்கவில்லை. பயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு வெப்பநிலை முக்கியமான காரணமாகும். ஆக்ஸி ஜனின் தேவை, வெப்ப நிலையைப் பொறுத்துள்ளது.

நீர் தேங்கிய மண்ணில், மேற்பகுதியில் மிகவும் சிறிய பகுதியில் வாயு பரவுதல் (Gaseous diffusion) நடக்கிறது. அதற்குக் கீழ் ஆக்ஸிஜன் இருப்பதில்லை. மண்ணில் நீர்த் தேக்கம் ஏற்பட்டால் சில மணி நேரத்தில் ஆக்ஸிஜன் மறைந்து விடுகிறது. மண்ணுக்கு மேலுள்ள நீரில் ஆக்ஸிஜன் அள வானது, மண்ணிலுள்ள நீரில் இருப்பதைவிட அதிகமாக உள்ளது. இந்த அளவும் சூரியன் உதிக்குமுன் குறைந்தும், பிற்பகலில் அதிகமாகவும், பின்பு குறைந்தும் வருவதாகத் தெரிகிறது. ஒளிச்சேர்க்கை (photo-synthesis)யின் இயக் கத்தைத் தொடர்ந்து, ஆக்ஸிஜன் அளவும் மாறுபடுகிறது. மண்ணில் நீர் தேங்கியவுடன், ஆக்ஸிஜன் அளவு குறையக் குறைய கார்பன் டை ஆக்ஸைடின் அளவு கூடுகிறது. ஆக்ஸிஜன் குறைவானது நீர் தேங்கிய மண்ணில் மட்டு மல்லாமல் வடிகால் குறைவாயுள்ள மண்ணிலும் காணப் படுகிறது. ஆக்ஸிகரணம்-குறைப்புத் (oxidation-reduction) தன்மையானது, நிலத்தில் குறைப்பு மாற்றங்களை (reducing process) மதிப்பிட உதவுகிறது. மண்ணில் நீர் தேங்க

ஆரம்பித்தவுடன், மண்ணிலுள்ள கரிமப் பொருள்கள் (organic matter) மக்கி சிதைவுபடும். ஆனல் ஆக்ஸிஜன் அளவு குறைவாயிருப்பதால், சிதைவு தடைப்படும். ஆகவே குறைவு பட்ட இரும்பு, மங்கனீஸ், கந்தக அயான்கள் நிலத்தில் சேரும். இரும்பு அயானும், கந்தக அயானும் பயிர்களுக்கு நச்சுத் தன்மையைக் கொடுப்பவைகளாக மாறலாம். பாஸ்பர ஸானது அதிகம் கரையும் தன்மையை அடைந்து, அதிக நேரம் நீர்தேங்கியிருந்தால், மற்ற அயான்கள்போல் நீரோடு சேர்ந்து நீக்கப்பட்டு (leaching) விடுகிறது. மக்கும் வேகம் குறைவு படுவதால், நைட்ரஜனும் விடுபடாமல் வேண்டிய அளவு பயிர்களுக்குக் கிடைக்காமல் போகும்.

நெல் வயல்களில், மக்கும் (decomposition) வேகம், மற்ற நீர் தேங்கிய மண்ணைக் காட்டிலும் மாறுபடும். நெற்பயிரின் வேர்கள் ஆக்ஸிஜனை வெளியிட்டுக் கொண்டிருப்பதால், வேர்ப்பகுதியில் ஆக்ஸிகரணம் நடந்துகொண்டே யிருக்கும். ஆகவே நெல் வயல்களில், நீர்தேங்கிய மற்ற மண்ணைக் காட்டிலும், கரிமப் பொருள்கள் சிதைவு அதிகமாக நடக்கும். ஆனல் முதிர்ந்த நெற் பயிர்களின் வேர்களுக்கு ஆக்ஸிஜனை வெளியிடும் சக்தி குறைவு. இந்நிலையில் சல்பைடு அயான்கள் உண்டாகிப் பயிர்களைப் பாதிக்கும். மண்ணில் நீர் தேங்கும் போது பாஸ்பரஸ் கரையும் தன்மையைப்பற்றி பல ஆராய்ச்சிகள் செய்திருப்பினும், முடிவான குறிப்பிட்ட சிபாரிசுகள் கிடைக்கவில்லை. நெல் வயலில் நைட்ரேட் நைட்ரஜனை இடுவதைக் காட்டிலும், அம்மோனியா சல்பேட் இடுவது சாதகமாக உள்ளது எனத் தெரியவருகிறது.

நீரின் தேக்கமும் பயிர்களின் வளர்ச்சியும்

நீரில் இயற்கையாகவே வளரும் தாவரங்கள், தகுந்தவாறு வேர்களின் அமைப்பை உண்டாக்கிக் கொள்கின்றன. இந்த வேர்களினமைப்பு, வேண்டிய அளவு ஆக்ஸிஜனைக் கிரகிக்கக் கூடிய அமைப்புகளாலானதாகும். நீரில் வளரும் தாவரங் களில், நெற் பயிர் முக்கியமானதாகும். நெற்பயிரின் வேர்கள் நீரில் மூழ்கியிருக்கும்போது நன்ருக வளரும் வேர்கள் ஆக்ஸிஜனை வெளியிட்டுக் கொண்டேயிருக்கும். ஆனல், வறண்ட நெற் பயிருக்கு (dryland paddy) இந்தக் குணம் இல்லை. இந்தப் பயிரின் வேர்கள் நீரில் மூழ்கினுல், பயிர்களுக்கே ஆபத்துண்டாகிவிடும்.

தக்காளி போன்ற செடிகளின் வேர்கள் நீரில் மூழ்கினல், முதல் வேர்கள் மடிந்து பின்பு கிளை வேர்கள் விடுகின்றன.

இந்தக் குணம் சிறு செடிகளில் (herbaceous plants) காணப் படுகிறது. மரங்களில் காணப்படுவதில்லை. ஆயினும், கிளை வேர்கள் உண்டாவதால் தாவரங்கள் நீர்த் தேக்கத்தைத் தாங்க முடியுமா என்பதைப் பற்றிய விவரங்கள் தெளிவாக இல்லை. கரும்புப் பயிர்கள் நீர்த் தேக்கத்தைத் தாங்கும் சக்தி படைத் தவைகள் எனத் தெரிய வருகிறது. காற்றோட்டம் குறைந்த மண்ணில் அதாவது நீர் நிரம்பிய மண்ணில் வளரும் தாவரங் களின் வேர்கள் தடியான வேர்களிலுள்ள நுண்ணறைகளின் இடைவெளிகள் போல் (intercellular space) அதிகமாக இருப்பதாகத் தெரிகிறது. ஆக்ஸிஜன் அளவு எவ்வளவு தூரம் வேரின் வளர்ச்சியை பாதிக்கிறது என்ற பரிசோதனைகளில், ஆக்ஸிஜனின் அதிக அளவு வேரின் வளர்ச்சிக்குச் சாதகமாக இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

நீராவிப் போக்கு, நீர்த் தேக்கத்தால் எவ்வாறு பாதிக்கப் படுகிறது என்பதைப் பல சோதனைகள் மூலம் பார்க்கும்போது, நீர் தேங்கிய ஓரிரு நாளுக்கு நீராவிப் போக்கு சிறிது அதிகமாகி பின்பு திடீரெனக் குறைகிறது. இக்குறைவானது, நீர்த்தேக்கம் உள்ளவரை நீடிக்கிறது. பின்பு நீர் வடிக்கப்பட்டால், மறு படியும் கூடுகிறது.

ஒளிச் சேர்க்கையும், நீராவிப் போக்குள் ஒரே வழி நடப் பவை. நீர்த் தேக்கம் ஏற்பட்டவுடன், நீராவிப் போக்கை விட, ஒளிச் சேர்க்கை அதிக வேகத்தில் குறைகிறது. இதே போல் (respiration) மூச்சு விடலும் நீர்த் தேக்கத்தால் குறைவுபடு கிறது.

நீர் தேங்கிய மண்ணிலிருந்து பயிர்கள் வேண்டிய அளவு நீரை உட்கொள்ள முடியாததால், நீராவிப் போக்குக் குறை கிறது. ஆகவே உணவுச் சத்துகளை உட்கொள்ளுவதும் பாதிக்கப்படுகிறது.

நீரில் மூழ்கிய பயிர்கள், காற்றுக் குறைவினால், பாதிக்கப் படுகின்றன என்றும், நுண்ணுயிர்களால் மண்ணில் ஏற்படும் விளைவுகளாலும் பயிர்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன என்றும் தெரிய வருகிறது. பயிர்களின் தன்மையைப் பொறுத்தும், நீரில் மூழ்கிய கால அளவைப் பொறுத்தும் பாதிப்பின் அளவு மாறுபடுகிறது. பயிர்களின் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் நீர்த் தேக்கத்தைத் தாங்கும் சக்தி மிகவும் குறைவே. சிறுதானியப் பயிர்கள் மலரும் பருவத்தில் நீர்த் தேக்கத்தால் மிகவும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

மிகவும் வெப்பமான நாட்களில் நீரில் மூழ்கினாலும் பயிர்கள் மிகவும் பாதிக்கப்படுகின்றன. வெள்ளத்தால் நிலத்தில் சேர்க்கப்பட்ட வண்டல் மண் பயிர்களுக்கு மிகவும் நல்ல உரமாகிறது. இதே வண்டல் மண், மண்ணின் இடைவெளி களை யடைத்து நீர் இயக்கத்தையும் தடை செய்யலாம். ஆகவே சந்தர்ப்பத்தைப் பொறுத்து வண்டல் படிவது நிலத்திற்கு எந்த அளவு நன்மை பயக்கிறது என்பதை நிர்ணயம் செய்ய வேண்டும். நில நீர் மட்டம் தரைக்கு அருகில் இருப்பின் அது பயிர்களுக்குச் சேதமும் விளைவிக்கும். மாறாக, நல்ல பலனையும் கொடுக்கலாம். அதிகமான நில நீர் மட்டம் மழைக் காலங்களில் வேர்களின் வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்தி, பயிரின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கலாம். நில நீர் மட்டம் கோடையில் குறையும்போது வேர்கள் நீரை கிரகிக்கவியலாமல் போவதாலும் பயிர்கள் பாதிக்கப் படலாம். இந்த நிலையில் நில நீர் மட்டம் உயர்வது அவசியம். மேலும் நில நீர் மட்டம் எந்த அளவில் இருக்க வேண்டுமென்பது பயிர்களின் குணங்களையும் மண் அமைப்பையும் பொறுத்துள்ளது.

மண்ணின் நீர் கடத்தும் திறனையும், நில நீர் நிர்வாக முறையினையும் பொறுத்து, நீர் மட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் திறன் அமையும். களிமண் நிலத்தைக் காட்டிலும், மணற் பாங்கான நிலத்தில் நீர் மட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் வாய்ப்பு அதிகமாக உள்ளது.

பயிர்களின் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் நீர்ச் செலவு அதிகமாகும். அச்சமயம் மழையின் அளவும் அதிகமானால், நில நீர் மட்டம் உயரும். வளரும் பயிர்களின் வேர் வளர்ச்சி அதிகமாகும். இந்தச் சமயத்தில் நீர் நிலையின் அதிகரிப்பு ஆழமான வேர்களைப் பாதிப்பதோடு, களைகள் வளர ஏதுவாகி பயிர்களுக்கு வியாதி வரச் செய்து, பயிர் வேலைகள் செய்வதற்கு இடைஞ்சலாகவும் இருக்கும். மண்ணில் அதிகமான நீர், விளைபொருளின் தரத்தை வெகுவாகப் பாதிக்கிறது. மண்ணின் பௌதிகக் குணங்களையும் பாதிக்கிறது.

வடிகால் அமைப்புகளின் அடிப்படைகள்

வடிகால் அமைக்குமுன், அமைப்பதன் நோக்கத்தைத் திட்டவட்டமாக வரையறுத்துக்கொள்ளவேண்டும். பயிர்களின் தேவை, வடிகால் அமைக்கப்படவிருக்கும் நிலத்தின் ஆய்வுகள், அமைப்பு விதிகள் (design criteria), வரை படங்கள் (plan), வரை குறிப்புகள் (specification) ஆகிய

முக்கிய அம்சங்கள் வடிகால் அமைக்க அத்தியாவசியமானவைகள் ஆகும்.

திட்டங்களை நிறைவேற்றும்போது பலமுறை மாற்றி யமைக்க அவசியமேற்படலாம். வடிகால் அமைக்குமிடத்தைப் பல காரணங்களுக்காக மாற்ற வேண்டியிருக்கும். வேண்டிய கட்டுமானப் பொருள்கள் கிடைக்காவிட்டாலும் திட்டத்தில் மாறுபாடுண்டாகும். எல்லாவற்றிற்கும் மேலாக, திட்டத்தைப் பராமரிக்கும் முறையையும் பொருளாதாரத்தையும் பொறுத்து அமைப்பு மாறுபடலாம். தேவைப்பட்டால் மாற்றுத் திட்டத்தையும் நிலச் சொந்தக்காரருக்கு கொடுக்க வேண்டியிருக்கும்.

வடிகால் திட்டமானது பாசனமுறையோடு இணைந்து செயல்படவேண்டும். சிறு பண்ணைகளுக்கும் பல பண்ணைகளுக்குச் சேர்ந்தும், பெரிய பாசனத்திட்டத்தின் பகுதியாகவும், இணைத்தும் அமைக்க வேண்டியிருக்கும். நல்ல நிறுவனம், கழிவு நீர் வெளியேற வேண்டிய வாய்க்கால் போன்ற வசதிகளுக்கு வேண்டிய நிலம், பயன்படுத்த உரிமைகள், சட்டபலம், சமூக ஆதரவு, பொருளாதார ஏற்பாடு போன்ற தேவைகளையும் திட்டம் வகுக்கும்போது ஆராயவேண்டும். இப்படிப் பட்ட திட்டங்களுக்கு மிகவும் விரிவாக நில அளவுப்படங்கள், வரைபடங்கள், கட்டுமான பணி விவரங்கள் ஆகியவற்றை முழுமையான வடிவில் தயாரித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

வடிகால் முறைகளின் பாகுபாடுகள் (Classification of drainage methods)

நிலத்திலிருந்து நீரை வடிகட்டும் முறையைப் பொறுத்து மேல் வடிகால் (surface drainage) கீழ் வடிகால் (sub-surface drainage) எனப் பாகுபடுத்தலாம்.

மேல் வடிகால்

நிலத்தின் மேற்பரப்பிலுள்ள நீர், பரவலாக வடியவும் ஒன்று சேர்ந்து வாய்க்கால் மூலம் வடியவும் ஏற்பாடுசெய்யும் முறையை மேல் வடிகால் எனக் குறிப்பிடுகிறோம்.

நிலத்தை நல்ல முறையில் சமன் செய்தும், குறிப்பிட்ட அளவிற்குச் சரிவு (slope) கொடுத்தும், சிறு வாய்க்கால்கள் அமைத்தும் நீரை வடிக்கலாம்.

பாதுகாக்கப்பட வேண்டிய நிலத்திற்கு நீர் போகாமல் நீரை வேறுபக்கம் திருப்பியும், தடை போட்டும் நிலத்தைக்

காப்பாற்றலாம். மாற்று வாய்க்கால் (divresion diteches) சிறு கால்வாய்கள், கரைகள் அமைத்தல் மூலமும் மேற்கண்ட பணியைச் செய்யலாம்.

கீழ் வடிகால்

மண்ணின் கீழுள்ள நீரை மண்ணுள் அமைக்கப்பட்டுள்ள போக்குகள்மூலம் அகற்றுவதற்கான ஏற்பாட்டை கீழ் வடிகால் என அழைக்கிறோம். மண்ணுள் புதைந்துள்ள போக்குகள் மூலம் ஓடும் நீரை, இரைப்பு இயந்திரம் பொருத்தப்பட்ட வெளிப்போக்கியாலோ அல்லது இயற்கையாகவே வடியும் வசதியுள்ள வெளிப்போக்கியோடு கொண்டு சேர்த்தோ, நிலத்தை விட்டு வெளியேற்றலாம்.

மண்ணுள் செல்லும் நீரோட்டத்திற்குக் குறுக்காகத் தடுப்பு வடிகால்கள் (interception drains) அமைத்து, நீர்க் கசிவு நிலத்தை அடையாமல் தடுக்கலாம்.

மண்ணுள் நீர் வேகமின்றி, தடுப்பு வடிகால்களால் சரிசெய்ய முடியாத நிலையில் ஓடும்போது உதவி வடிகால் (relief drains) அமைத்து வெளியேற்றலாம். பொதுவாக இவ்வடிகால்கள் நீரோட்டத் திசை நோக்கி அமைப்பர்.

வடிகால் அமைப்பு விதிகள் (Drainage design criteria)

இவ்விதிகளை நிர்ணயிக்க இருவேறு முறைகள் கையாளப் படுகின்றன.

1. ஏற்கெனவே அமைக்கப்பட்ட வடிகால் முறைகளை ஆராய்ந்து கிடைக்கின்ற உண்மைகளை ஆதாரமாகக்கொள்வது. இதை அநுபவ வழிமுறையெனக் (emperical method) கூறு கிறோம்.

2. தத்துவ ரீதியாக ஆய்ந்து, நடைமுறையில் உள்ள விஞ்ஞான விதிகளைக் கையாண்டு, ஏற்கெனவேயுள்ள வடிகால் அமைப்புகளைச் சோதனை செய்து, பயன்படுத்தப்பட்ட விதிகள், அமைக்கப்பட்ட வடிகால்களின் செயல்படும் முறையை எந்த அளவுக்கு விளக்குகிறது என்பதைக்கொண்டு உறுதிப்படுத்தும் முறை தத்துவ ரீதியான முறை (theoretical method) எனக் கூறுகிறோம்.

அனுபவ வழிமுறையானது (emperical method) அனு பவத்தின் ஆய்வை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இம்

முறையினுல் வரும் முடிவு பல காரணங்களால் கட்டுப்படுத்தப் பட்டிருக்கும். அவை இடத்திற்கிடம் மாறுபட வாய்ப்பு உண்டு. ஆகவே ஓரிடத்தில் கொண்ட அனுபவ வழி முறையின் முடிவை மற்ற இடத்திற்குப் பயன்படுத்தும்போது இந்த இரு வேறு இடங்களில் காரணிகள் எந்த அளவிற்கு மாறுபடுகின்றன என்பதை மனதிற்கொள்ள வேண்டும். உதாரணமாக, குளிர்ப் பிரதேசங்களில் வடிகால் வசதி அமைக்கும்போது ஒரு நாளைக்கு எந்த அளவு நீர் நிலத்தி லிருந்து வடிக்கப்பட வேண்டும் அல்லது வெளியேற்றப்பட வேண்டும் என்ற கணக்கை பரீட்சார்த்தம் மூலம் நிர்ணயிக்க லாம். ஏற்கெனவே அமைத்துள்ள வடிகால்களின் பலன்களை பயிர் வளர்ச்சிகளிலிருந்தும் நிலத்தின் குணங்களின் முன்னேற்றத்தைக்கொண்டும் எந்த அளவு நீர் வெளியேறினுல் பயிர்கள் நல்ல பயன் அடையும் என்பதைக் கொண்டு நீரின் அளவை நிர்ணயிக்கலாம்.

தத்துவரீதியான முறையில் நிருபிக்கப்பட்ட விதிகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. ஆனுல் இதைப் பயன்படுத்துவதில் சில வரம்புகள் இருப்பதைத் தெரிந்து பயன்படுத்த வேண்டும். இதிலிருந்து கிடைக்கின்ற கணித விளக்கங்கள் ஏற்கெனவே இயங்கிவரும் வடிகால் முறைகளை விளக்கிப் புதுமுறைகளை அமைக்க வழி காட்டுகிறது. எந்த முறையைக் கையாண் டாலும் முடிவு, முறைகளை எவ்வாறு முழுமையாக ஆராய்ந்து பயன்படுத்துகிறேம் என்பதைப் பொறுத்தும், முடிவைக் கொண்டு ஏற்படுத்திய வழிமுறைகளை எந்த அளவிற்கு செயல்முறையில் பரிசோதனை செய்கிறேம் என்பதையும் பொறுத்துள்ளது.

வடிகால் பிரச்சினைகளின் வகைகள் (Drainage problems)

வடிகால் அமைப்பின் வெற்றி, பிரச்சினையின் தன்மையைச் சரியாகப் புரிந்து கொள்வதைப் பொறுத்துள்ளது. சில இடங்களில் சம்பந்தப்பட்ட இடத்தைச் சுருக்கமாகப் பார்த்து அதே போன்ற இடங்களில் ஏற்கனவே அமைக்கப்பட்டுள்ள வடிகால் வசதிகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தாலே போதுமானது. அதிக சிக்கலான வடிகால் பிரச்சினைகளுக்கு நீர் எவ்விதம் பாதிக்கப்பட்ட நிலத்தையடைகிறது, எங்கிருந்து வருகிறது, எந்தவிதமான வடிகால் விதிமுறைகள் பொறுத்தமாக அமையும் என்பனவற்றையறிய, நிலத்தை விரிவாகவும், நுட்பமாகவும் சுற்றிப் பார்க்கவேண்டும். பிரச்சினையின் உண்மையான

நிலையை அறிந்த பின்புதான் வடிகால்முறை அமைப்பை (plan)த் தயாரிக்கவேண்டும்.

வடிகால் பிரச்சினைகளைப் பொதுவாக இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். (1) மேல் வடிகால் பிரச்சினை (2) கீழ் வடிகால் பிரச்சினை என்று பிரிக்கலாம். நீர்தேங்கியுள்ள நிலத்தில், நீர் மேலே தேங்கியிருப்பதாலும், மண்ணுள் தேங்கியிருப்பதாலும், பிரச்சினையுண்டாகி யிருக்கலாம். ஆகவே இந்த இருவகை நீர்த்தேக்கங்கள் ஒன்றோடொன்று எவ்வாறு சம்பந்தப்பட்டுள்ளன என்பதைப் புரிந்து வடிகால் அமைப்பு வரையவேண்டும்.

மேல் வடிகால் பிரச்சினைகள்
(Surface Drainage Problem)

நிலத்தின் மேற்பரப்பு சரிவில்லாமல் மட்டமாகவுள்ள இடங்களில் நீர் தேங்குதல் கீழ்க்கண்ட காரணங்களால் ஏற்படுகிறது.

1. தரை சிறுசிறு மேடுபள்ளமாக அமைந்து, நீர் தானாக ஓடுவதற்குத் தடையாக விருத்தல் ஒரு பிரச்சினை. இறுக்கமான நிலங்கள் நீரின் கீழிறங்கும் வேகத்தைக் குறைப்பதால் இப்படிப்பட்ட நிலங்களில் வடிகால் பிரச்சினை தீவிரமாகிறது.

2. ஏற்கெனவே நிலத்திலுள்ள நீர் வெளியேறுவதற்கான வாய்க்கால்கள் பற்றுமலிருந்தால், நீர்தேங்கி அதிக நாட்கள் நிற்க ஏதுவாகும்.

3. ஏரிகள், கடல் அலை எழுச்சி (tidal water) ஆகியவற்றின் வெளிப் போக்கின் மட்டம், தரை மட்டத்திற்குமேல் அமைந்திருந்தாலும் இந்தப் பிரச்சியுண்டாகும்.

மழையாலும், பனிக்கட்டி உருகலினுலும் நேராக நிலத்தில் நீர் சேர்வதோடு, அளவிற்கு அதிகமான பாசனத்தாலும், மழையால் ஏற்படும் நீரோட்டத்தாலும் (run-off) ஊற்று நீரோட்டத்தாலும் அண்டை நிலங்களிலிருந்து பிரச்சினையிலுள்ள நிலத்திற்கு நீர் வந்து சேர்கிறது. ஓடைகளிலிருந்து நீர் வழிந்தும் பிரச்சினையை உண்டாகும்.

மேல் வடிகால்கள் நிலத்திலுள்ள நீரைச் சேர்த்து, இயற்கையாக அமைந்துள்ள நீரோடைகள் மூலமாகவோ,

வாய்க்கால்கள் மூலமாகவோ வெளியேற்ற உதவுகிறது. நிலத்தின் பரப்பை சமன்செய்து வேண்டிய அளவு சரிவு ஏற்படுத்த வேண்டும். நிலத்தையொட்டியுள்ள பெரிய வாய்க்கால்கள் மூல அளவு சரியில்லாமலோ, பழுதடைந்தோ இருப்பின், அவற்றையும் சீர்செய்யவேண்டும். நிலத்திலிருந்து வெளியேறும் நீர் தங்கு தடையின்றி ஓடி வடிவதற்கு வேண்டிய வசதிகள் அவசியம். மேலும் வெளியேயிருந்து நிலத்திற்கும் நீர் வராமலிருக்க வேண்டிய கரைகள், மாற்று வாய்க்கால்கள் அமைக்க அவசியமேற்படும்.

கீழ் வடிகால் பிரச்சினைகள்
(Sub-surface Drainage Problems)

பல காரணங்களால் கீழ் வடிகால் பிரச்சினைகள் உண்டாகின்றன. சரிவில்லாத நிலத்தில், குறிப்பாக அடிமண் இறுக்கமாக இருந்தால், நீர் வடிதல் மிகவும் குறைவுபடுகிறது. மண்ணின் நீர்கடத்தும் திறன் குறைவாக இருந்தாலும் அதிகமாயிருந்தாலும் சரி, குளிர் பிரதேசமாயிருந்தாலும் வறண்ட பிரதேசமாயிருந்தாலும் சரி, நிலம் சரிவாக இருந்தாலும் மட்டமாக இருந்தாலும் சரி, நில நீர் மட்டம் (water table) பிரச்சினை இருக்கத்தான் செய்யும்.

ஆகையால் புதை வடிகால் பிரச்சினைகளை, அதிகப்படியான நீரின் மூலகாரணத்தையும், அது நிலத்தினுள் புகுந்து பிரச்சினையிலுள்ள நிலத்தை எவ்வாறு அடைகிறது என்ற காரணங்களையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு பாகுபாடு செய்வதன்மூலம் பொருத்தமான வடிகால் முறையை அமைக்கலாம். இவ்வாறு நிலத்தின் கீழ் நிகழும் இயல்புகளை வரிசைப்படுத்தி செய்யும் ஆய்வுமுறை, சிக்கலான வடிகால் பிரச்சினைகளைத் தீர்க்க உதவுவதோடு, எவ்வாறுன வடிகால் முறையைக் கையாளவேண்டும் என்பதையும் முடிவு செய்ய உதவியாயிருக்கும்.

சில முக்கியமான கீழ்வடிகால்களின் பிரச்சினைகளைக் கீழ்க்கண்ட உதாரணங்கள் விளக்குகின்றன:

1. சமவெளி நில நீர் மட்டம் (Basin type Free-water-table)

பள்ளத்தாக்குகளிலும், பரந்த சமவெளிப் பிரதேசங்களிலும் மண்ணிலுள்ள நீர் கீழ்நோக்கி நகரும்போது நுண்ணிய மண் துகள்களை மண் கண்டத்திலுள்ள இறுக்கமான

பாகத்தோடு சேர்க்கிறது. பொதுவாக நீரின் மட்டம், பள்ளத் தாக்கின் சரிவை நோக்கி அமையும். ஆகவே மண்ணிலுள்ள நீர் பெரிய அளவில், மெதுவாக சரிவு நோக்கி நகருகிறது. இவ்வாறு நகரும் நீரின் இயக்கத்திற்கு, ஊற்றுநீர் மூலமும், சிற்றோடைகள் மூலமும், மழை நீர் மூலமும், பாசன நீரில் மிஞ்சிய பாகத்தின் மூலமும் நீர் கிடைக்கிறது. இவ்வாறு நகரும் நீர், பள்ளத்தாக்குகளின் தாழ்ந்த இடங்களிலும், பள்ளத்தாக்குகளின் ஓரத்திலுள்ள ஓடைகளிலும், ஊற்றுநீர் கண்டங்கள் மூலமாக (aquifer) வெளியேறுகிறது. பருவ காலத்தினுல் ஏற்படும் நில நீரின் அளவுக் கூடும்போது, நில நீர் மட்டமும் கூடுகிறது. நீர்மட்டத்தின் பொதுவான சரிவு (general slope) நிலத்தில் நீர் சுடுவதால் அதிகமாகப் பாதிக்கப் படுவதில்லை. மண்ணில் உப்புக் கரைந்திருந்தால் புழை யூடுருவல் (capillary movement) மூலம், மண்ணின் மேல் பாகத் திற்கு உப்பு நகருகிறது. இவ்வாருன சூழ்நிலையில் விடுப்பு அல்லது உதவி வடிகால் (relief drains) அமைப்பு, நீர் மட்டத்தைக் குறைக்க உதவும். நீர் மட்டத்தின் சரிவு மிகவும் குறைந்திருப்பதாலும், நுண்ணிய மண் ஆழத்தில் படிந்திருப் பதாலும் தடுப்பு வடிகாலால் (Interception drain) போதிய பயனில்லை.

2. நீரழுத்த ஊற்று-நீர் நிலை (Water-table over Artesian aquifer)

நில நீர் (ஊற்று நீர்) (ground water) சில சமயங்களில் இறுகிய மண் கண்டத்தினுல் அடைபட்டு இருக்கும் அப்போது நீர், அதன் மூலத்தைப் பொறுத்து, மூலத்தின் உயரத்தைப் பொறுத்து குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தின் கீழிருக்கும், அவ்வகையான நீரை நீரழுத்த ஊற்று நீர் எனலாம். பூமியைத் துளை செய்தால் இந்த ஊற்று நீரானது அழுத்தத்தைப் பொறுத்து மேல் மட்டத்திற்கு உயரும். சில வேளைகளில் தரை மட்டத்திற்கு மேல் வந்து வழியும். நீரழுத்த ஊற்றுக்கு மேலுள்ள இறுகிய கண்டத்தில் சிறுசிறு இடைவெளிகளும், நுண்துளைகளும் இருக்கலாம். அழுத்தத்தால அடைபட்டுள்ள நீர், இவை மூலம், மேல்நோக்கி நகரும். தரையின் கீழுள்ள நீரோடு இந்த நீரும் கலக்கிறது. இந்த நிலையில் தான், நீர் மட்டம், நீரழுத்த ஊற்றினுல் பாதிக்கப்பட்டுள்ளது எனக் கூறுகிறோம். இந்த நிலையில் நீர் மட்டத்தைத் தாழ்த்துவது கடினமான வேலையாகும். ஏனெனில் நீரழுத்த ஊற்றிலிருந்து நீர் தொடர்ந்து நிலநீர் மட்டத்தை அடைகிறது. ஆகவே

இவ்வாறாக நிலங்களில் வடிகால் அமைப்பது பயனளிக்காது. அதிக செலவு செய்து, மிகவும் நெருங்கிய ஆழமான புதை வடிகால்கள் மூலமாகவும் நீர் ஊற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் சக்தி கொண்ட ஆழ்கிணறுகள் மூலமும் ஓரளவு நீர் மட்டத்தைத் தாழ்த்தலாம். இதிலிருந்து, நீரின் தேக்கத்திற்குக் காரணங்களை கண்டுபிடிக்க வேண்டுமென்பதன் அவசியத்தை உணரலாம்.

3. தங்கிய நீர் (Perched water table)

மண்கண்டங்கள் இருகி அடுக்காக உள்ள நிலங்களில் நீரின் இயக்கம் குறைவுபடும். பயிர்களின் வேர்ப்பகுதியிலுள்ள அதிகமான நீர் இறுகிய மண்கண்டத்தால் நகருவது தடைப்பட்டு அங்கேயே தங்கிவிடும். இந்த நீர், நில நீரின் தொடர்பற்ற நிலையிலுள்ளது. தரை மேல் நீர் பெருகி, மெதுவாகக் கீழிறங்கி, பக்கவாட்டில் நகருவதற்கு வசதி குறைந்தவுடன் இந்த நிலையேற்படுகிறது.

ஆகவே, தங்கிவிட்ட நீரை வடிகட்டுவதற்குக் குறிப்பிட்ட இடத்தின் நிலையைப் பரிசோதனை செய்ய வேண்டும். தத்துவ ரீதியில் பார்த்தால், தங்கிவிட்ட நீரை, கீழ்நோக்கி ஆழ் கிணறுகள் அமைத்து வடிகட்டலாம். ஆனால் இம்முறையை அமைக்க அதிக செலவு செய்ய வேண்டியிருக்கும். பாசன வசதியுள்ள நிலங்களிலுண்டாகும் இந்தத் தங்கிய நீர் நிலைப் பிரச்சினையைப் பாசன வாய்க்கால்களில் நீரின் கசிவைக் குறைத்தும், பாசன முறைகளைத் திருத்தியமைத்தும், மேல் வடிகால்கள் அமைத்தும் தீர்வு காணலாம்.

4. பக்கவாட்டு நில நீரோட்டம் (Lateral Ground water movement)

இத்தகைய பிரச்சினையில் பயிர்களின் வேர்ப்பகுதி நோக்கியும் ஏறக்குறைய படுக்கை வசமாக (horizontal direction) நீர் நகருகிறது. மண்ணில் இறுகப்பட்டுள்ள அடுக்கு மண் கண்டங்களாலும், மற்ற இயற்கையினாலுண்டான நீரோட்டத்தைத் தடுக்கும் அமைப்புகளினாலும், இப்படிப்பட்ட பக்கவாட்டு நீரோட்டம் உண்டாகிறது. ஆனால் இப்படிப்பட்ட பிரச்சினைகள் உள்ள நிலங்கள் குறைவே.

மேற்கூறியவை அநேக வடிகால் பிரச்சினைகளில் சிலவற்றைத்தான் விளக்குகின்றன.

வறண்ட பிரதேச - குளிர் பிரதேச வடிகால்கள்
(Drainage in arid and humid regions)

வறண்ட பிரதேசத்தில் வடிகால் அமைப்பதற்கும், குளிர் பிரதேசத்தில் வடிகால் அமைப்பதற்கும் வேற்றுமைகளுண்டு, குளிர்ப் பிரதேசத்தில் அதிக மழையினுல் உண்டாகும் நீர்த் தேக்கத்தினுல் வடிகால் வசதி உண்டாக்க வேண்டியுள்ளது. வெப்பப் பிரதேசத்தில் பாசன வசதியாலும், வேற்றிடத்து ஊற்று நீராலும் வடிகால் பிரச்சினை உண்டாகிறது. மேலும் வெப்பப் பிரதேசத்தில் வடிகாலின் முக்கிய நோக்கம் நீர்மட்டம் மூலம் பயிர்களுக்குத் தீங்கிழைக்கும் உப்பைக் கட்டுப்படுத்துவ தாகும். குளிர்ப் பிரதேசத்தில் இது முக்கிய நோக்கமாகாது. இக் காரணமே இவ்விரண்டு பிரதேசங்களுக்கும் முக்கிய வேற்றுமையாகும்.

குளிர்ப் பிரதேச நிலங்களிலும், வெப்பப் பிரதேச நிலங் களிலும் மேல் வடிகால் வசதிகள் அவசியமாகலாம். அதிக மழையுள்ள பிரதேசங்களிலும், நீரை மெதுவாகக் கடத்தும் தன்மையுள்ள நிலங்களிலும், நீர்ப்பாசன வசதியோடு வடிகால் வசதியும் இணைந்து செயல்பட வேண்டும்.

வெப்பப் பிரதேசத்தில் உப்பைக் கட்டுப்படுத்த அடி வடிகால் பயன்படும். அடிவடிகால் நில நீர் மட்டத்தைத் தாழ்த்தி பயிர்கள் செழிப்பாக வளர உதவும். மேலும் பயிர் களின் தேவையைப் பொறுத்தும், மண் தன்மையைப் பொறுத்தும் நிலநீர் மட்டத்தின் குறைந்தபட்ச அளவை நிர்ணயித்து அதற்கேற்றுற்போல் அடி வடிகால்கள் அமைக்க வேண்டும்.

குளிர்ப் பிரதேச நிலங்களில், வடிகாலின் ஆழம் 0.9 மீட்ட ரிலிருந்து 1.5 மீட்டர் வரையிருக்கும். பொதுவாக இப்பிர தேசங்களில் நீர் சுத்தமாகவும், பயிர்களின் தேவைக்கு அதிக மாகவுமிருப்பதால் நீர் கீழ்நோக்கி நகருகிறது.

வெப்பப் பிரதேசத்திலுள்ள நிலங்களில் வடிகால்களை 1·5-லிருந்து 2 மீட்டர் வரை ஆழத்திலமைக்க வேண்டி யிருக்கும். பயிர்களுக்கு வேண்டிய பெருமளவு நீரைப் பாசன மூலம் அளிப்பதாலும், மண்ணிலும், பாசன நீரிலும், உப்புக் கலந்திருக்க வாய்ப்புள்ளதாலும், நில நீரில் உப்புக் கலந் திருக்கும். இதனுல் களர் உவர் பிரச்சினை உண்டாகிறது.

வெப்பப் பிரதேசத்தில் நிலநீர் மட்டம் தரையிலிருந்து 0.6 முதல் 0.75 மீட்டருக்குள்ளிருந்தாலே வேர்ப்பகுதியில் தீங்கு விளைவிக்கும் உப்புப் பிரச்சினை உண்டாகிவிடும். ஆனால் பெரும்பாலான குளிர் நிலத்தில் இந்நிலை பயிர்களுக்குத் தீங்கு விளைவிக்காது.

பயிர்களின் தேவைகள்

(Crop requirements)

பயிர்களின் வேர்ப்பகுதியில் நீர்த்தேக்கம் ஏற்படுவதாலோ, தரையின் மேல் நீர்த்தேக்கம் ஏற்படுவதாலோ பெரும்பான்மையான பயிர்களின் வளர்ச்சி வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. வடிகால் சரியில்லாத நிலங்களில் மகசூல் பல வகைகளில் பாதிக்கப்படும். அவைகளாவன :

1. நீராவியாதல் மண்ணிலிருந்து வெப்பத்தை எடுத்துக் கொள்வதால் மண்ணின் வெப்பத்தைக் குறைக்கிறது. ஈரமான மண் சூடாவதற்கு அதிக வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. இதனால் பயிரின் வளர்ச்சிக் காலம் குறைக்கப்படும்.

2. நீர்த்தேக்கம் மண்ணில் காற்றோட்டத்தைத் தடுத்து மண்ணிலியங்கும் நுண் கிருமிகளின் செய்கைகளைத் தடை செய்கிறது.

3. சில பயிர் நோய்களும் ஒட்டுண்ணிகளும் (parasites) விருத்தியடைகின்றன.

4. உயர்நில நீர்மட்டம் வேரின் வளர்ச்சியைக் குறைக்கிறது.

5. மண்ணின் கட்டமைப்பு (structure) பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது.

6. உப்பும், உவரும் (alkali), நீரிலும் மண்ணிலும் சேர்ந்திருந்தால், அவை வேர்ப்பகுதியிலும் மண்ணின் மேற்பரப்பிலும் அதிகமாகச் சேர்கின்றன.

7. நிலத்தில் நீர் கசியும் பாகங்கள் தோட்ட வேலை செய்வதற்கு இடையூறுகளாகவும், ஒரே விதமான பயிர் முறைகளைக் கையாள இடைஞ்சலாகவும் இருக்கும்.

நீர்த்தேக்கத்தை எந்த அளவில், எவ்வளவு காலத்திற்கு வளர்ச்சியிலும் மகசூலிலும் பாதகம் ஏற்படாமல் தாங்கிக் கொள்ளும் திறன், பயிருக்குப் பயிர் வேறுபடுகிறது.

மண்ணின் மேற் பரப்பில் நீர் எவ்வளவு தேங்கியிருக்கலாம், நீர் தேங்கும் கால இடைவெளி, உயர்ந்தபட்ச நில நீர் மட்டம் (water table) குறைந்த பட்ச நீர் வடியம் வேகம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துப் பயிரின் வடிகால் தேவையை நிர்ணயம் செய்ய வேண்டும்.

நில நீர் மட்டம் (water table) நன்றாக நனைந்து நீர் கோர்க்கப்பட்ட மண்ணிலுள்ள நீரின் மேற் பரப்பை நிலநீர் மட்டம் எனக் குறிப்பிடுகிறோம். இந்த நீர் மட்டமானது எந்த விதமான இறுக்கமான மண் கண்டத்தாலும் அடைப்பட்டு அழுத்தத்தோடு இருக்காது. இவ்வாறு அழுத்தமின்றி இருப்ப தால் இந்த நீர்நிலையை, விடுபட்ட நீர் (free unconfined water) எனக் குறிப்பிடுகிறார்கள். மட்டத்திற்கு மேல் பெரும்பாலான அளவிற்கு, மண்ணின் ஈர நிலைமை, மண்ணின் நீர்கொள்ளும் திறனுக்கு (water holding capacity) மேல் இருப்பதால், நீர் மட்டமானது பயிர்களின் வேர்ப்பகுதிகளுக்குக் கீழிருப்பினும், வேரின் வளர்ச்சி தடைபடலாம்.

நீர் மட்டமானது, பருவமாற்றத்தாலும், குறுகிய கால வெப்பதட்ப நிலை மாற்றத்தாலும் பாதிக்கப்படும். நில நீரின் அளவு குறைந்தாலும், மிகுந்தாலும், நீர்மட்டம் மாறுபடும். ஆழ்குழாய் கிணறுகளிலிருந்து நீர் இறைப்பின் நில நீர்மட்டம் படிப்படியாகத் தாழும்.

வெற்றிகரமான வடிகாலமைப்புக்கும், வேர் வளர்ச்சிக்கும், நல்ல மகசூல் கொடுப்பதற்கும் வேண்டிய நில நீர் மட்ட அளவைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

மேல்வடிகாலின் தத்துவங்கள்

(Surface drainage principles)

குறிப்பிட்ட நிலப்பரப்பின் மேலுள்ள நீரை அகற்று வதற்கும், வெளியிலிருந்து அந்நிலத்திற்கு நீர் வராமல் தடுப்பதற்கும் மேல் வடிகால் முறை என்றுபெயர். இந்த வடிகால் முறையினை செயல் காரணமாக மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. சேகரிப்பு முறைகள் (Collection systems)

பாத்திகள் அமைத்தல், சிறுவாய்க்கால்கள் அமைத்தல், மாற்று வாய்க்கால்கள் அமைத்தல், நீரை ஒரு இடத்திற்குக் கொண்டு வருதல் ஆகியவையே சேகரிப்புமுறை எனப்படும்.

2. கழிவு முறைகள் (Disposal systems)

சேகரிப்புப் பகுதியிலிருந்து வரும் நீரைப்பெற்று, வாய்க்கால்கள்மூலம் நீரைக் கடத்தி வெளிப்போக்கிகள் (outlet) மூலம் நீரை சம்பந்தப்பட்ட நிலத்திலிருந்து வெளியேற்றுதலே கழிவுமுறை எனப்படும்.

3. வெளிப்போக்கி (Outlet)

வெளிப்போக்கியானது (சரிவுப் பகுதி) வடிகால் வசதியில் கடைசிப் பகுதியாகும்.

மேல் வடிகாலானது, மேல் மட்டத்திலிருந்து கீழ் மட்டத்திற்கு நீர் ஓடும் குணத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைக்கப்படுகிறது. நீர் ஓடுவதற்கு வேண்டிய நீர் மட்ட வித்தியாசத்தை உண்டாக்க வேண்டும். சேகரிப்பு முறைகளை அமைப்பதற்கு நேரடியாக அனுபவ வாயிலாகக் கிடைத்த ஆதாரங்களைக் கையாளுகிறார்கள். நீரின் ஆரம்ப இடத்தைப் பொறுத்தும், பயிர்களின் தேவைகளைப் பொறுத்தும் நீரை வடிக்கும் வேகத்தை நிர்ணயம் செய்ய வேண்டும்.

திறந்த நீரோட்டம் (open channel) அமைக்க நீரியல் தத்துவங்களாகிய (hydraulic principles) பெர்னுலிஸ் (Bernoullis) தத்துவம், (Manning's formula) மேனிங்னின் சூத்திரம், உராய்வு இழப்பு (Friction loss) சூத்திரம் ஆகியவை பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.

கீழ் வடிகால் தத்துவங்கள்
(Sub-surface drainage principles)

ஏற்கெனவே நிலத்திலுள்ள நீரை, புவியீர்ப்பு நீர் (Gravitalional water), புழை நீர் (Capillary water), உறிஞ்சு நீர் (Hygroscopic water) என்ற பாகுபாடு செய்து விளக்கப் பட்டுள்ளது. இவற்றின் இயக்க விதிகளைக் கீழ் வடிகாலமைப்புக்குப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

நீர் மட்டம் (water table) தனித்தியங்கும் ஊற்று நீரால் (free ground water) நிரப்பப்பட்ட மண் பகுதியின் மேல்

மட்டத்தைக் குறிப்பிடுகிறது. தனித்தியங்கும் ஊற்று நீரானது, அடைப்பட்ட நீரின் நீரழுத்தத்திஞலோ, அல்லது மேற்பரப்பு ஈர்ப்புச் சக்திக்கோ (surface tension forces) கட்டுப்பட்டதல்ல. நீர்மட்டத்தில் நீரின் அழுத்தம் (pressure) காற்று மண்டல அழுத்தத்திற்குச் (atmospheric pressure) சமமாக விருக்கும். நீர் மட்டமானது மழை நீரை கீழேயுள்ள தனித் தியங்கும் ஊற்று நீரின் மட்டத்திலிருந்து பிரிக்கும் ஒரு கற்பனைப் பரப்பாகும். பொலபொலப்பான மண்ணில் நீர் மட்டத்தைக் காண முடியாது. ஏனெனில் நுண் குழாய் நீரானது நீர் மட்டத்திற்கு மேலுள்ள மண்ணை நிரப்பிவிடும். இந்நீரின் ஈரநிலை மேலே போகப் போகக் குறையும். ஆனல் பெரிய நீர்க் குழாய் (super capillary)களில் நீர், நில நீர் மட்டத்திற்கு இருக்கும். இதற்குக் காரணம் நீர் மட்டத்தில், நீர் அழுத்தம் காற்று மண்டல அழுத்தமாக இருப்பதேயாகும். ஆகவே பிசோ மீட்டர் (piezo meter) களை மண்ணில் நெட்டு வசமாக இறக்கினுல், அதிலுள்ள நீரின் அளவு, நீர் மட்டத்தைக் குறிக்கும்.

களி மண்ணிலும், களி மிகுந்த மண்ணிலும் துளைக ளமைத்தால், நீர் மட்டத்தை உடனடியாகக் கணக்கிட இயலாது. ஏனெனில் அதிக நேர நீர் மட்ட அளவிற்கு நீர் துளையிலிருந்து கசிய வெகுகாலம் பிடிக்கும். ஆனல் துளை பெரியதாக இருந்தால் உடனே நீர்மட்டத்தை நீர்க் கசிவி லிருந்து கணிக்கலாம். மற்றும், நீர் மட்டத்தைச் சரியாக அள விடுவதற்கு, துளையை நீர் நிரம்பிய மண் கண்டத்தின்மேற் பகுதி யோடு நிறுத்திவிடுவது நல்லது. மிகவும் ஆழமாகத் துளை செய்தால் நீரழுத்த ஊற்று நீரும் நில நீருடன் கலந்து ஊற்றின் நீர் மட்டமே கிடைக்கும். ஆகவே நேரடி அளவுகள் எடுக்கும்போது மண் கண்டங்களின் தன்மை, துளைகளின் அளவு, ஆழம் ஆகிய அம்சங்களைக் கவனித்துச் செய்ய வேண்டும்.

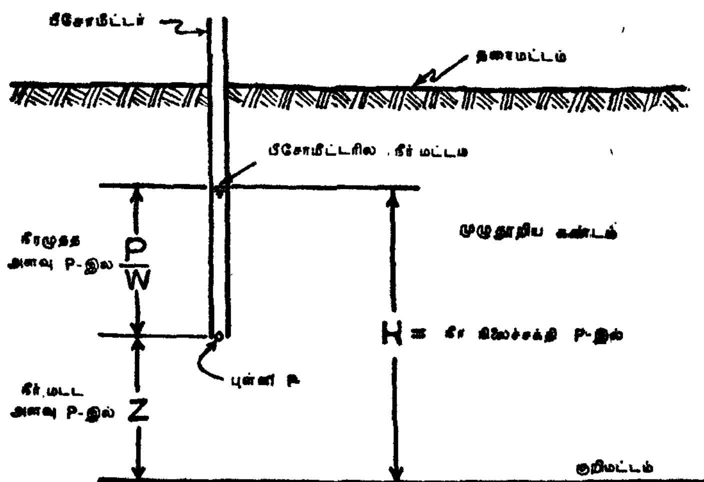
முழுதூறிய மண்ணில் நீரோட்டம்
(Flow in Saturated zone)

முழுதூறிய மண் பகுதியின் நீரோட்டம், பொறியியல், இரசாயன வெப்பச் சக்திகளினுலும் மூலக்கூறுகளின் (molecular attracton) கவர்ச்சிகளினுலும் இயக்கப்படுகின்றன. மண்ணில் நீர் இயக்கம், மண்ணின் பௌதிகக் குணங்கள் (physical properties) பற்றிய நூல்களில் இவற்றைப்பற்றி விவரமாகக்

கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். பொதுவாக பொறியியல் சக்திகள் (mechanical forces) வடிகால் அமைப்பில் முக்கியப் பங்குடையனவாதலால் அவைபற்றி இங்கு விவரிக்கப்படும்.

நீர்நிலை (Hydraulic Head) சக்தி

ஊறிய மண் பகுதியினுள் நீரோட்டத்தின் சக்தியானது திறந்த வெளி வாய்க்கால் (Open channel)களைப்போல இயக்கச்சக்தி (Kinetic energy) அழுத்தச்சக்தி (pressure energy) நிலைச்சக்தி (Potontial energy) ஆகியவைகளால் ஆனதாகும்.



படம் 8. நீர்ச்சக்தியின் விளக்கம்

நில நீரோட்ட வேகம் மிகவும் குறைந்ததாதலின் அதற்குரிய இயக்கச் சக்தி (Kinetic energy) மிகவும் குறைவாகும். இயக்கச் சக்தியை மற்ற சக்திகளின் அளவு அதிகமாக இருப்பதால் கணக்கிலிருந்து ஒதுக்கிவிடலாம். எனவே நீரோட்டத்தை ஏற்படுத்துவது அழுத்தச்சக்தியும் நிலைச்சக்தியுமாம். இந்த இரு சக்திகளின் கூட்டே நீர் நிலைச்சக்தி. கீழ்க்கண்டவாறு நீர்நிலைச்சக்தியைக் குறிக்கலாம்.

$$H = \frac{P}{W} + Z \ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

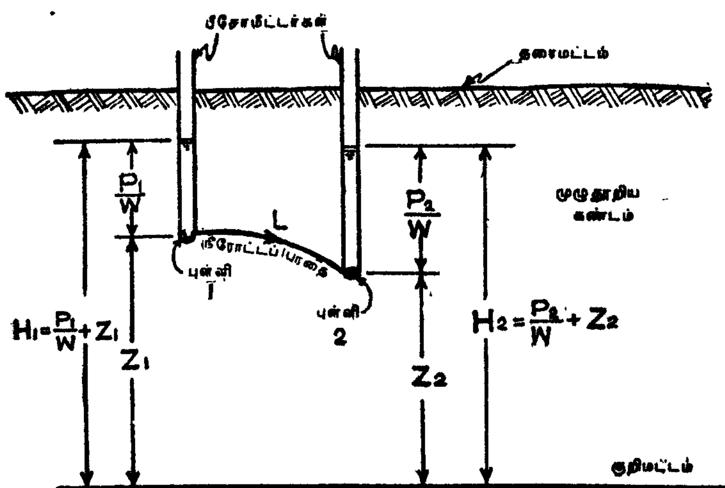
இதில் H = நீர்நிலைச்சக்தி செ. மீட்டரில் (Hydraulic head in cms)

P = நீர் அழுத்தம் கிராம்/ச. செ.மீ (Pressure at the point in gms/sq.cm)

W = நீரின் சுய எடை கிராம்/கன செ.மீ (Specific weight in gms/cm)

Z = நீர் மட்ட நிலை செ.மீ (Elevation of the point above datum in cm)

படம் 8-ல் விளக்கம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. பீசோ மீட்டரின் கிடைக்கும் நீர் உயரம் அழுத்தத்தினுலுண்டாவதால், நீர்நிலைச் சக்தியைக் (H) கண்டுபிடிக்க பீசோ மீட்டரின் அளவோடு நீர்மட்ட நிலையையும் (Z) கூட்டவேண்டும்.



நீர்ச்சக்தி சரிவு $= \frac{H_1 - H_2}{L}$

படம் 9. நீர்ச்சக்தி சரிவின் விளக்கம்

நீர்ச் சக்தி சரிவு (Hydraulic gradient)

மண்ணுள் நீரின் இயக்கம், நீர் மட்ட நிலையின் வித்தியாசத்தினுலுண்டாகும். நீர்நிலைச் சக்தி, உயர் மட்டத்தில் அதிகமாகவும், கீழ்மட்டத்தில் குறைவாகவும் இருப்பதால், சக்தியில் சரிவு உண்டாகிறது. இந்தச் சக்திச்சரிவினுல் நீர், மேல் மட்ட நிலையிலிருந்து கீழ்மட்ட நிலைக்கு நகருகிறது. மின்சக்தியோ, வெப்பமோ இது போலவேதான் சக்தி சரிவினுல் இயங்குகிறது. நீர்ச்சக்தி சரிவு கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்கப்படும்.

சக்தி சரிவு = $\frac{H_1 - H_2}{L}$ இதில்

H_1 = உயர்மட்ட நீர்நிலைச் சக்தி (Hat point 1)

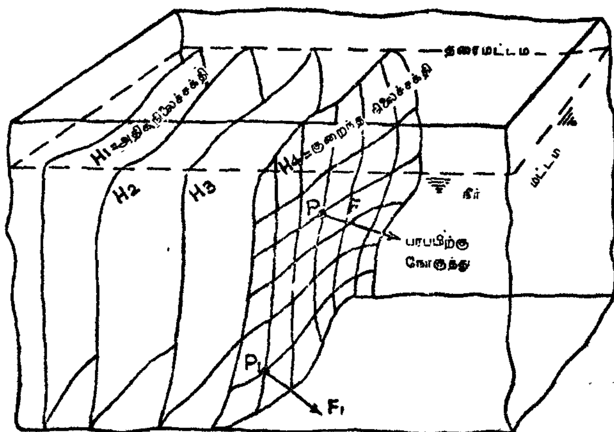
H_2 = கீழ்மட்ட நீர்நிலைச் சக்தி (Hat point 2)

L = புள்ளிகள் 1 & 2-க்கும் உள்ள தூரம் – நீரோட்ட வழியாக அளிக்கப்படுகிறது.

படம்-9 சக்தி சரிவை விளக்குகிறது.

$$\frac{H_1 = H_2}{L} \quad \frac{\left(\frac{P_1}{W} + Z\right) - \left(\frac{P_2}{W} + Z_2\right)}{L}$$

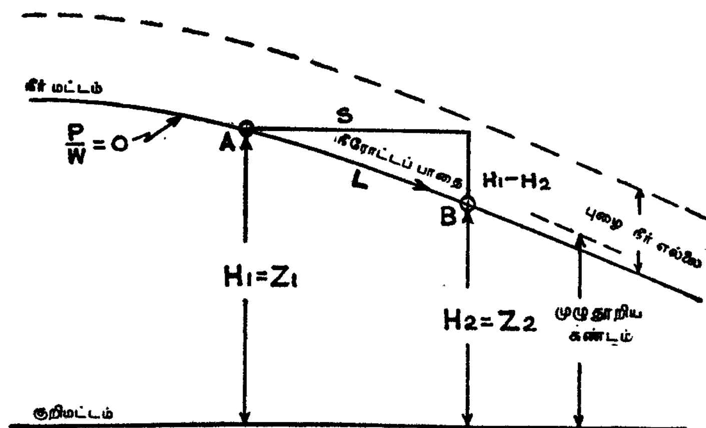
என்பதும் விளங்கும்.



படம் 10. சமசக்தி பரப்பின் விளக்கம்

கொடுக்கப்பட்ட நீரோட்ட அமைப்பின் ஒவ்வொரு நீர்த் துளியும் அதற்குண்டான நிலைச்சக்தியைக் (hydraulic head) கொண்டிருக்கும். நிலைச்சக்தியைக் கொண்ட எல்லா நீர்த்துளி களும் அல்லது புள்ளிகளும் அவற்றிற்குச் சரியான சமசக்தி (equipotential).பரப்பில் (H_1) விழும். இதேபோல் H_2 நிலைச் சக்தியைக் கொண்ட எல்லா புள்ளிகளும் அவற்றிற்குச் சரியான சமசக்தி பரப்பில் விழும். நீரோட்டத்தை உண்டாக்கும் சக்தி யானது சமசக்தி (equipotential) பரப்பிலிருந்து 90° கோணத்தில் வேலை செய்யும். படம் 10-ல் காட்டியபடி சக்தி F புள்ளி P-யிலும்,

சக்தி F_1 புள்ளி P_1-லும், இருக்கும். இந்தச் சக்திகளின் அளவானது நீர்ச் சக்தி சரிவின் (hydraulic gradient) அளவைப் பொறுத்து அமையும். நில நீர் மட்டத்தின் (water table)



படம் 11. நீர்ச்சக்தி சரிவு–நீர் மட்ட சரிவு விளக்கம்

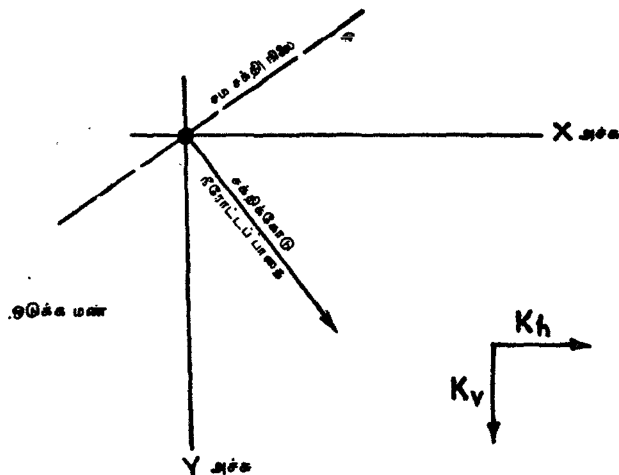
அழுத்த சக்தியானது $\left(\frac{P}{W}\right)$ காற்று மண்டல அழுத்தத்தை ஒப்பிடும்போது (O) சுழியாகும். ஆகவே நீர் மட்டத்தில் ஒரு புள்ளியில் நீர் நிலைச்சக்தி நீர் மட்டநிலை (Z)-க்குச் சமமாகும். படம் 11 நீர் மட்டத்தின் சரிவையும், நீர்ச்சக்தியின் சரிவையும் விளக்குகிறது. இதிலிருந்து நீர் மட்ட சரிவு $\left(\frac{H_1 - H_2}{S}\right)$-க்கும் நீர்நிலைச் சக்தி சரிவிற்கும் $\left(\frac{H_1 - H_2}{L}\right)$ வேற்றுமை இருப்பதைக் காணலாம்

நீர் கடத்தும் திறனும் அளவும்

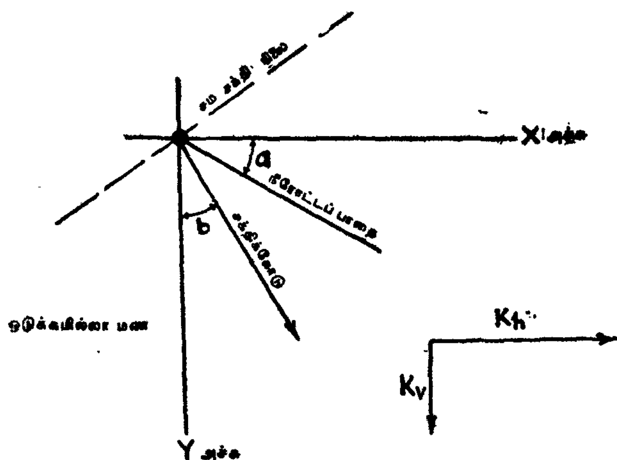
நீரோட்டத்தின் பாதை (Paths of flow : Stream line)

நீர்ச் சரிவு சக்தியானது நீரை, சமசக்தி (equipotential) பரப்பிற்கு 90°-லுள்ள சக்திக் கோடுள்ள திசையில் நகர்த்தும். நீர் இந்தச் சக்திக் கோட்டின் வழி நகரும் என்பது மண்ணில் நீர் கடத்தும் (hydraulic conducting) அளவு எல்லாத் திசைகளிலும் சமமாயிருக்கிறதா என்பதைப் பொறுத்திருக்கிறது. மண்ணில், நீர் கடத்தும் திறன் எல்லாத் திசைகளிலும் சமமாக

இருந்தால் அந்த மண்ணை ஒருக்கம் (isotropic) கொண்டது எனக் கூறுகிறோம். மண் ஒருக்கமுடனிருந்தால் அதில் நீர் (equipotential) *சமசக்தி பரப்பிற்கு 90°-ல் உள்ள திசைச் சக்திக்* கோடுகளின் (lines of force) *திசையிலேயே* நகரும். ஆனால்



படம் 12. *ஒருக்க மண்ணில் நீரோட்டம்*



படம் 13. *ஒருக்கமில்லா மண்ணில் நீரோட்டம*

நீர் கடத்தும் *திறன்* எல்லாத் *திசைகளிலும்* சமமாக இல்லா விட்டால் அந்த மண் *ஒருக்கமில்லா* (anistropic) மண் எனக் குறிப்பிடப்படும். மாறுபட்ட நீர் கடத்தும் திறனுள்ள மண்

கண்டங்கள் பல அடுக்கடுக்காகக் கொண்ட நிலத்தையும் ஒருக்கமில்லா மண்ணைக் கொள்ளலாம்.

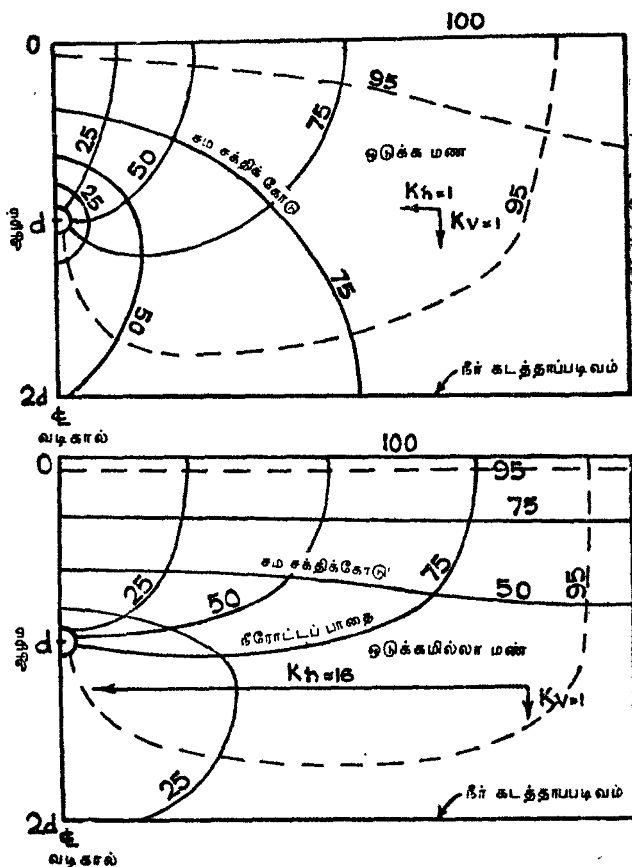
படம் 12, 13-ல் ஒருக்க நிலம், ஒருக்கமில்லா நிலங்களில் சமசக்திக் கோடுகளும், சக்திக் கோடுகளும் எவ்வாறு சந்திக்கின்றன என விளக்கப்பட்டுள்ளது. படம்-13 (anistropic) ஒருக்கமில்லா மண்ணைக் காட்டுகிறது. அந்த மண்ணில் நெட்டு வசமான திசையில் நீர் கடத்தும் திறன் (Kv) படுக்கை வசத் (Kh)திறனை விட மிகவும் குறைவு. நீர் நகரும் திசைச் சக்திக் கோடுகளின் திசையிலில்லை.

மேற்சொன்னதிலிருந்து வடிகால் பிரச்சினையில் நீரின் திசை பற்றி ஆராயும்போது ஒருக்க மண்ணு (isotropic) அல்லது (anistropic) ஒருக்கமில்லா மண்ணு என்பதையும் ஆராய வேண்டும் என்பது தெளிவு.

நீர் இயக்க வலைப்படமும் எல்லை நிபந்தனைகளும்
(Flow - nets and Boundary conditions)

நீர் நிலைச் சக்தியையும் (hydraulic head) நீரோட்டப் பாதையையும், வரைபடத்தில் குறித்து நீர் நிரம்பிய மண்ணின் நீரோட்டத்தைப் படிக்கலாம். மண்ணை வெட்டி உண்டாகும் பள்ளத்தின் பக்கவாட்டுப் பரப்பினை (cross section) எடுத்துக் கொண்டு, இதில் சமநீர் நிலைச் சக்தியைக் காட்டும் புள்ளிகளின் வழியாகக் கோடு வரைந்து அதை சமசக்திக் (equipotential) கோடு என அழைக்கிறோம். அதேபோல் நீரோடும் பாதையை (flow line) வரைந்து அதை நீரோட்டப் பாதை (stream line) என அழைக்கிறோம். இவ்வாறு சமசக்திக் (equipotential) கோடுகளையும், நீரோட்டப் பாதைகளையும் வரைந்த அமைப்பை இயக்க வலைப்படம் என அழைக்கலாம். இந்த வலைப்படம் (flow net) டார்சியின் (Da cy's law) விதியைப் பயன்படுத்துவதால் கிடைக்கும். நீரியக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் எல்லா வகைக் கட்டுப்பாடுகளையும் ஒன்று சேர்த்து, எல்லை விதிகள் (boundary condition) எனக் குறிப்பிடுவர். நிலத்தின் இயற்கையமைப்பு (topography) இடம் (location) நீர் மூலத்தின் அளவு (quantity of water source) மண்கண்டங்களின் அமைப்பு (stratigraphy) வடிகால்களின் இடம் (drain locations) ஆகிய முக்கியக் காரணங்கள் எல்லை நிபந்தனைகளை நிர்ணயிக்கின்றன. இவைகளையெல்லாம் நேராக நிலத்தில் ஆராயும்போது நீரோட்ட முறை (flow system)யைத் தனிப்படுத்துவதற்கும், வடிகால் முறைகளை அமைப்பதற்கும் வேண்டிய ஆதாரங்கள்

கிடைக்கும். படம் 14, ஒருக்க மண்ணிலும், ஒருக்கமில்லா மண்ணிலும், இயக்கவலைப் படம் எங்ஙனமிருக்கும் என்பதை விளக்குகிறது. குழாய் வடிகாலுக்கு 90°-ல் அமைந்த நிலைக் கோட்டின் (vertical line) வழியாக அமைந்த பரப்பில் வரையப் பட்டுள்ளது. தரை மட்டம் வரை மண் நன்ருக நீரால் நிரப்பப் பட்டுள்ளது. சமமான இடைவெளி விட்டு வடிகால்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. வடிகால் அமைந்த ஆழத்தைப்



படம் 14. ஒருக்க, ஒருக்கமில்லா மண்களில், நீரோட்டக் கோடுகளும், சம சக்திக் கோடுகளும்.

போல் இருபங்கு ஆழத்தில், நீரைத் தடைபடுத்தும் கண்டம் (Impermeable layer) இருப்பதாகவும் எடுத்துக்கொள்ளப் பட்டுள்ளது. மேலுள்ள படம் ஒருக்க மண்ணின் படம். கீழுள்ள படம் ஒழுக்கமில்லா மண்ணின் வலைப்படம். இருபடங்

களிலும் எல்லா விதிகள் ஒரே மாதிரியாக விருந்தாலும், கீழுள்ள படத்தில் நீர்கடத்தும் திறன் நிலைக்கோட்டில் (vertical line) நெட்டுவசத்தில் ஒன்ருகவும், படுக்கை வசத்தில் 16 ஆகவும் உள்ளது. நீரோட்டக் கோடுகளில் (Stream lines) குறித்துள்ள எண்கள், ஓட்டக்கோடுகளுக்கு இடதுபுறம் வடிகாலில் போய்ச் சேரும் மொத்த நீரளவின் சதவிகிதத்தைக் குறிக்கிறது. இதைப் பார்க்கும்போது ஒருக்க மண்ணிலுள்ள வடிகாலில் சேரும் 50% நீரானது, வடிகால் பரப்பின் ¼ பாக நிலத்திலிருந்தும் ஒருக்க மில்லா மண்ணில் 50% நீரானது, ஏறக்குறைய 50% பரப்பு நிலத்திலிருந்தும் போய்ச் சேருவதைப் பார்க்கலாம்.

மண்ணின் மேற் பரப்பில் நீர் வராது தடுத்துவிட்டால் நீர் நிலை இரண்டு வகை மண்ணிலும் குறையத்தான் செய்யும். ஆனல், இரண்டாவது மண்ணில் ஒரே சீராகக் குறையும்.

பிசோ மீட்டர்களின் மூலம் அளவுகள் எடுத்து, இயக்க வலைப்படம் (flow net) வரையலாம். ஆராய்ச்சிக் கூடங் களில் மாதிரி வடிவமைப்பு (model studies) மூலமாகவும், மின் அனலாக்குகள் (electric analog) மூலமாகவும், கணித மூல மாகவும் நீரோட்ட முறைகளை (flow system) ஆராயலாம்.

வடிகால்களின் ஆழம்,இடைவெளி ஊடுருவாக் கண்டத்தின் கீழ் அமைக்கும் வடிகாலின் சிறந்த இடம், வடிகாலின் (குழாய் வடிகால்) கீழ்ப்பகுதியில் நுழையும் நீர் அளவு, குழாய் வடிகால்களைப் புதைப்பதன் பின் பயன், பாசன வாய்க் கால்களின் கசிவிஞல் உண்டாகும் பாதிப்பு இவை போன்ற முக்கியமானப் பிரச்சினைகளை அறிய இயக்க வலைப்பட ஆராய்ச்சி உதவி செய்கிறது.

நீர் கடத்தும் திறனும் அளவும்

(Hydraulic conductivity and Permeability)

மண் போன்ற நுண்துளைகள் கொண்ட அமைப்புகள் (porous medium) திரவங்களைக் கடத்தும் திறனை ஊடுறுவும் திறன் (permeability) என்றும், பொதுவாக இங்கு மண்ணில் நீர் ஊடுறுவலைப் படிப்பதால், நீர் கடத்தும் திறன் எனக் குறிப்பிடுகிறோம். ஊடுருவுத் திறன் மண்ணின் குணத்தைக் குறிக்கிறது. ஆனல் நீர் கடத்தும் திறனை அளவுமூலம் காட்டு வதற்கு, (hydraulic conductivity) நீர் கடத்தும் அளவு எனக் குறிபிடுகிறோம். இது டார்சியின் சூத்திரத்தில் வரும் விகிதகரணி

K-க்குச் (Proportionality factor K) சமமாகும். டார்சியின் சூத்திரம், மண்ணில், நீரின் போலி வேகத்தை, நீர் கடத்தும் குணங்களையும், நீர்ச்சக்தி சரிவையும் கொண்டுக் கணக்கிடும் சூத்திரமாகும். நீரின் போலி வேகமானது, மண்ணிலுள்ள நுண் துளைகளின் பரப்பை எடுக்காது, மண்ணின் துளைகளையும் சேர்த்து மொத்தப் பரப்பை எடுத்துக்கொண்டு அதில் ஓடும் நீரின் அளவைக் கொண்டு கணக்கிடும் வேகம் (effective velocity) ஆகும். போலி வேகத்தை, வேகம் என்றும், டார்சி வேகம் என்றும் குறிப்பிடுவது வழக்கம். இந்த வேகமானது கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடப்படும்.

V = Ki...............(2) இதில்

V - போலி வேகம்

K = நீர் கடத்தும் திறன் அல்லது ஊடுருவுமை

i = நீர்நிலைச் சக்தி சரிவு.

நீர்நிலைச் சக்தி சரிவு ஒரு அலகாக (Unit) ஆக இருந்தால், நீர் கடத்தும் அளவு போலி வேகத்திற்குச் சமமாகும். வடிகால் கணக்குகளில் V, K ஆகியவற்றை செகண்ட்டுக்கு எத்தனை செ. மீட்டர் என்ற அளவில் குறிப்பிடுவது வழக்கம்.

மண்ணின் குணங்களைப் பொறுத்தும், நீரின் தன்மையைப் பொறுத்தும் நீர் கடத்தும் அளவு மாறும். பொலபொலப்பான மண்ணில் அதிகமாகவும், இறுக்கமான மண்ணில் குறைந்தும் நீர் கடத்தும் அளவுமாறும். நீரில் உள்ள உவர் களர் தன்மையும் நீர் கடத்தும் அளவை வெகுவாக மாற்றுகின்றன. வடிகால் பிரச்னையுள்ள நிலத்தில் ஒரே விதமான நீர் கடத்தும் திறனை எதிர்பாக்க முடியாது.

நீரோட்ட வீதம் (Rate of flow)

ஒரு குறுக்கு வெட்டு (cross section)ப் பரப்பில் போகும் நீரோட்ட விகிதத்தை (Q) குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பினையும் (A) போலி வேகத்தையும் (V) பெருக்கினால் அடையலாம்.

Q = AL இச்சமன்பாட்டில்

டார்சியின் சூத்திரத்தை உபயோகப்படுத்தினால்

$$Q = A\,Ki$$

மேற்கண்ட சமன்பாடு, சாதாரணமான வடிகால் பிரச்சினை களைக் கணக்கிட உதவுகிறது. ஆனால் சிக்கலான வடிகால் பிரச்சினைகளில், மேற்கண்ட சமன்பாட்டை நேரிடையாக பயன்படுத்த முடிவதில்லை. ஏனெனில் பரப்பளவு (A), நீர் கடத்தும் திறன் (K) நீர் நிலை சக்திச் சரிவு (i) ஆகிய அம்சங்களை சரியாகக் கணக்கிடுவது எளிதல்ல.

கீழ் வடிகால்கள் (Sub - surface drain)

மண்ணில் நீர் நிலைக்குக் கீழ் செயற்கை வாய்க்காலை ஏற்படுத்தி, நீரை வடிப்பது கீழ் வடிகாலின் செயல்முறையாகும். கீழ் வடிகாலில், நீர்நிலைச் சக்தியானது, வடிகட்டப்படும் மண்ணிலுள்ள நீர்நிலை சக்தியைக் காட்டிலும் குறைவாகையால், கீழ் வடிகாலை நோக்கி நீர் ஊடுருவுகிறது. கீழ் வடிகாலிலிருந்த நீரை இறைப்பி (Pump) மூலம் இறைத்தோ, அல்லது பள்ளமான இடத்தில் கொண்டு போய்ச் சேர்த்தோ நீரின் ஓட்டத்தைத் தொடர்ந்து உண்டாக்க வேண்டும் நீர்நிலைச் சக்தியின் சரிவும் நீரின் வேகமும் சேர்ந்து, வடிகாலில் சேரும் நீரின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

அதிகமான நீர் கடத்தும் மண்ணில் நீர் நிலைச் சக்தியைக் கட்டுப்படுத்தி வடிகால்களைச் சாதகமான ஆழத்திலும், இடைவெளி விட்டு அமைத்து, நீர் மட்டத்தைத் தேவையான அளவுக்குத் தாழ்த்தலாம்.

$$\text{நீர் நிலைச்சக்தி} = \frac{\left(\frac{P_1}{w} + Z_1\right) - \left(\frac{P_2}{w} + Z_2\right)}{L}$$

Z_2, L, P_2 ஆகியவைகள் நீர்நிலைச் சக்தியைக் கட்டுப்படுத்தும் வடிகாலின் ஆழம், இடைவெளி, நீர் அழுத்தம் இவற்றைத் தகுந்தவாறு மாற்றியமைத்து நீர் மட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

குழாய்கள், மேல்மட்டவாய்க்கால்கள், விடுவிக்கும் கிணறுகள் (relief wells-upward flow), நெட்டுக்குத்தான வடிகால்கள் (vertical drain-downward flow), இறவைக் கிணறுகள் (pumped wells) ஆகிய சாதனங்களால் வடிகால் வசதியை ஏற்படுத்தலாம். மேல் வடிகால் கீழ் வடிகால் ஆகியவற்றில், நீர் மட்டத்தைப் பொறுத்து, நீர் நிலைச்சக்தி கணக்கிடப்படுகிறது. விடுவிக்கும் கிணறுகள் (relief wells) நீர் அழுத்தத்தில்

வேலை செய்கின்றன. இறை கிணறுனது, இடத்தைப் பொறுத்து, காற்று மண்டல அழுத்தத்திற்கு மேலும் கீழும் உள்ள நிலையில் வேலை செய்யும்.

வடிகால் முறைகள்—தத்துவங்கள்

முழுமையாக ஈரமடைந்த மண்ணில் நீரோட்டத்தைச் சில கட்டுப்பாடுகளுக்குட்படுத்தி டார்சியின் சூத்திரத்தைகொண்டுக் கணக்கிடலாம். சில எல்லை விதிகளை (boundary conditions) நிர்ணயம் செய்யவேண்டியிருக்கும். அனுபவ ரீதியாகக் கிடைத்த சில முடிவுகளையும், கணித மூலம் கிடைத்த முடிவு களையும் ஒப்பிட்டு ஏற்கெனவே சில முடிவுகள் குறிப்பிட்ட சில சந்தர்ப்பங்களில் பயன்படுத்தி வரலாம். இடத்திற்கேற்றவாறு சில தத்துவங்களை (theories) வடிகால் பிரச்சினைகளுக்கு பயன் படுத்துகிறார்கள்.

அவையாவன :

1. படுக்கை வச நீரோட்டத் தத்துவம் (Horizontal flow theory)

பொதுவாக இந்தத் தத்துவத்தை நீரோட்டம் பெரும்பாலும் படுக்கை வசமாக இருக்குமிடத்தில் ஆழம் குறைந்த வடிகா லமைப்பில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

2. கிணற்று வச நீரோட்டத் தத்துவம் (Radial flow theory)

ஒருக்கத் (isotropic) தன்மையுள்ள மண்ணிலும், அதிக ஆழமுள்ள மண்ணிலும், நிலமட்டம் சரிவின்றி இருக்கு மிடங்களிலும் இந்தத் தத்துவம் பயன்படுகிறது.

3. இணைப்புத் தத்துவம் (Hooghoudt's principle)

மேற்கூறிய இரண்டு தத்துவங்களையும் இணைத்து, இறுக்க மான மண்கண்டம், ஆழம் குறைந்திருந்தாலோ, அதிகமாக இருந்தாலோ பயன்படுத்தப்படுகிறது.

4. வான்டீம்டரின் ஒடோகிராபின் பலன் (Van deemter Hodograph)

இந்தத் தத்துவத்தை நிரம்பியோடும் குழாய் வடிகால் களுக்கும், நீர்நிலையான வடிகாலுக்கு உடனடியாக மேலுள்ள நிலைகளுக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

பயன் முறைகள்

மேற்கண்ட தத்துவங்களையும், விதிகளையும் பயன்படுத்த பலமுறைகள், சந்தர்ப்பத்திற்குத் தகுந்தவாறு கையாளப் படுகின்றன. அவை கணித முறை பாகுபாடுகள் (Mathematic analysis) ரிலாக்சேஷன் (Relaxation) முறைகள், மின் அனலாகு முறைகள், வடிவ அமைப்பு (Model studies) முறைகளாகும். கிடைக்கும் முடிவுகள், மேற்கண்ட முறைகளை எவ்வளவு சரியாகக் கையாளுகிறோம் என்பதைப் பொறுத்துள்ளது.

வடிநீரளவு (Drainage coefficient)

குறிப்பிட்ட நிலத்திலிருந்து எந்த அளவில் நீரை வடிக்க வேண்டுமென்ற அளவை வடிநீரளவு எனக் குறிப்பிடுகிறோம். பொதுவாக, நிலப்பரப்பில் 24 மணி நேரத்தில் வடிக்கப்படும் நீரின் அளவை நீள அளவுக் கணக்கில் குறிப்பிடுவது பழக்கத்திலிருந்து வருகிறது.

பயிர்களுக்கு வேண்டிய அளவு பாதுகாப்புக் கொடுக்க எவ்வளவு நீர் வெளியேற்றப்பட வேண்டும் என்பதைப் பொறுத்துதான் வடிநீரளவு நிர்ணயிக்க வேண்டும். எவ்வளவு காலம் பயிர் முழுமையாகவோ சிறிதளவோ, நீர்த் தேக்கத்தைத் தாங்கிக் கொள்ளும் என்பது அதன் குணாதிசயங்களைப் பொறுத்துள்ளது.

வடிநீரளவுதான், வடிகாலமைப்பின் அளவையும் நிர்ணயம் செய்யும். நீரை வெளியேற்ற இறைப்பிகள் (Pumps) பயன்படுத்தினால் அவற்றின் அளவையும் நிர்ணயிக்கும்.

வடிநீரளவின் பாகுபாடுகள்

வடிநீரளவை கீழ்க்கண்டவாறு பாகுபடுத்தலாம்.

1. ஒரே நிதானமாக, குறிப்பிட்ட நில முழுவதிலும் நீரை வெளியேற்றல்.

2. ஒரே நிதானமாக, நிலத்தின் பெரும் பகுதியிலும் எஞ்சியுள்ள நிலத்தில் குறைந்த அளவிலும் வெளியேற்றல்.

3. ஒரே மாதிரியான நிலத்திலிருந்து கிடைத்த அளவு மூலம் வடிநீரளவு வரைபடம் வரைந்து பயன்படுத்துதல்.

4. பல்வகைப்பட்ட நில பயனுக்கேற்றுற்போல், வேறுபட்ட வடிகால் பாதுகாப்பளிக்க வேண்டி, வடிகாலளவு வரைபடத் தொகுப்புகளை பயன்படுத்துவது.

5. சராசரி 24 மணி நேரத்தில் 2-லிருந்து 5 ஆண்டு இடைவெளியிலேற்படும் நீரோட்டத்தை (Runoff at 2 to 5 years frequency occurance) வடிநீரளவாகக் கொள்ளுதல்.

பெரிய பள்ளத்தாக்குகளிலும், மேல் மட்டம் சரிவின்றி ஒரே நிதானமாக உள்ள நிலங்களிலும் தனிக் கவனம் செலுத்தி வடிகாலமைப்பு வரையவேண்டும்.

இறவைக் கிணறு வடிகால்

(Pumped well drainage)

ஏராளமான இடங்களில் கிணறுகள்மூலம் நீர் வடிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த முறையில் செலவு அதிகமானாலும், சாதகமான நிலநீரமைப்பு உள்ள இடங்களில், மற்ற முறைகளைக் காட்டிலும் மிகப் பயனுள்ளதாகவும், பொருளாதாரரீதியில் இலாபகரமாகவும் இருக்கும்.

கீழ்க்கண்ட தத்துவங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு இறவைக் கிணற்று வடிகால் அமைக்கப்படுகிறது.

1. மற்ற செயற்கை வடிகால்கள்போல், இறவைக் கிணறு வடிகால், நீரோட்ட சக்தி சரிவை (flow energy gradient) அதிகப்படுத்துகிறது. நீர் நிறைந்த பாகத்தில் சேர்நிலை (sink) உண்டாகுவதால் இந்த சக்திச்சரிவு கூடுகிறது.

2. மண்ணுள்ளிலிருந்து நீரை வெளியேற்ற வேண்டிய சக்தி மோட்டார் மூலம் கிடைக்கிறது.

3. வேண்டிய நிலத்தில், குறிப்பிட்ட அளவிற்குப் பயிர்களின் வேர்ப்பகுதியில் நீரைக் கட்டுப்படுத்தும் அளவிற்கு நீர் நிலைச் சக்தி சரிவின் (hydraulic gradient) கூடுதலமைய வேண்டும்.

4. கூடுதலடைந்த சக்தியின் சரிவு, நிலை இறக்கம் (draw - down) மூலமாகவும், அல்லது அமுத்தச் சரிவாகவும்

இருக்கலாம். இரண்டு விதத்திலும் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டில் P_2-வின் மதிப்புக் குறையவேண்டும்.

$$\text{நீர்நிலைச்சக்தி சரிவு} = \frac{\left(\frac{P_1}{w} + Z_1\right) - \left(\frac{P_2}{w} + Z_2\right)}{L}$$

இறவைக் கிணறுகளின் பாகுபாடுகள்

(1) நீர் நிலைக் கிணறுகள் (Water table wells)

தனித்தியங்கும் ஊற்று நீரை (free ground water) நேரடியாக இறைத்து, நீர் மட்டத்தைத் தாழ்த்துதல்.

(2) நீரழுத்த ஊற்றுக் கிணறுகள் (Artesian wells)

இறுக்கமான மண் கண்டத்தால் அடைக்கப்பட்டு, அழுத்தத்தின் கீழுள்ள நீரை நீக்குவது.

இந்தக் கிணறுகளில் வடிகால் அமைக்கும்போது (1) நீர் பாய்ச்சிய பின்னும், பலத்த மழைக்குப் பின்னும் மற்றும் கசிவுகளுள்ள இடங்களிலும் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு நீர் மட்டத்தைத் தாழ்த்தும் திறனுள்ள இறைப்பிகளை அமைக்க வேண்டும். (2) பருவ காலங்களில் நிலத்தில் சேரும் நீரின் அளவைக் கணக்கிட்டும் இறைக்கும் திறனைக் கணக்கிட வேண்டும்.

இறவைக் கிணற்று வடிகாலால் இலாபங்கள்

1. நீர் நிலையை மிகுந்த ஆழத்திற்குக் குறைக்கலாம்.

2. ஆழத்திலுள்ள மண்கண்டங்கள் மேல் கண்டங்களைக் காட்டிலும் எளிதில் நீரைக் கடத்தும் திறனுள்ளவைகளாக இருக்கலாம்.

3. மேல் வடிகால்களுக்காக ஒதுக்கப்படும் நல்ல நிலங்கள் உற்பத்திக்காகப் பயன்படும்.

4. பராமரிப்புச் செலவு, மேல், அடி வடிகால்களைவிட குறைவே.

5. இறைக்கப்பட்ட நீர், பாசனத்திற்காக வேறு இடங்களில் பயன்படுத்தலாம்.

வடிகால்கள்—ஆழமும் இடைவெளியும்

வடிகால் பிரச்சினைகளுக்குப் பயன்படும் தத்துவம் பலவிதிகளைக் கொண்டு உண்டாக்கியதாகும். இந்தத் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தும்போது, இந்த நிபந்தனைகளெல்லாம் பொறுத்தமாக உள்ளனவா என்று பார்க்கவேண்டும். ஒரு தத்துவத்தை பயன்படுத்தும்போது, எல்லாவகை நிபந்தனைகளும் சரியாகவோ அல்லது பொறுத்தமாகவோ இருக்காது. நிலத்திலுள்ள பல்வேறு குணங்கள் ஒரு கட்டுப்பாட்டுக்கு இணங்கி வருவது கடினம். கூடிய மட்டும் தத்துவத்தை யொட்டிய நிபந்தனைகளுக்கு இணங்கி வருமேயொழிய, பொருந்தி வராது. ஆகவே இச்சூழ்நிலையில், கூடிய மட்டும் அனுபவத்தையும் சொந்த முடிவையும் பயன்படுத்தவேண்டும்.

குளிர்ப்பிரதேச நிலங்களுக்கு வடிகால் அமைக்கவேண்டிய ஆராய்ச்சிகளை டச்சுக்காரர்கள் தீவிரமாகச் செய்து முன்னோடிகளாக இருக்கிறார்கள். பாசனம் செய்யப்பட்ட நிலங்களுக்கு அமெரிக்காவின் பீரோ ஆஃப் ரிக்ளமேசன் (Bureau of Reclamation) என்ற நிறுவனத்தார் வடிவு அமைக்க வேண்டிய முயற்சியில் முன்னோடிகளாக இருக்கிறார்கள். குளிர்ப் பிரதேச நிலங்களுக்கும், வறண்ட பிரதேசத்திய பாசன நிலங்களுக்கும் பயன்படும் தத்துவங்கள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்டு இருப்பினும், அநேக அம்சங்களில் ஒன்றுக உள்ளன.

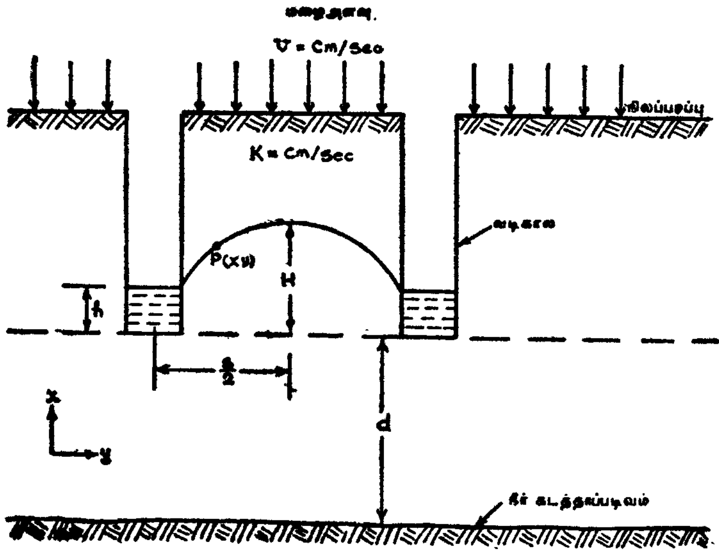
நெதர்லாண்டின் விஞ்ஞானி ஹூகூட் (Hooghoudt) என்பவர் வடிகால் பிரச்சினைக்கு முக்கியமானதொரு விடை கண்டுபிடித்தார். ஹூகூட் அவர்களின் தத்துவத்தில், நிலத்தின் நீர் மட்டத்தை (water-table)யும் நிலத்தில் சேரும் மழை நீர் அல்லது பாய்ச்சும் நீர் ஆகிய இரண்டையும் சம நிலைக்கு (equilibrium) ஒப்பிட்டுள்ளார். முக்கியமாக நிலத்தில் குறிப்பிட்ட நீர் கடத்தும் தன்மை (permeability), வடிகாலின் ஆழம், மழையின் அளவு இவற்றால் நிலத்தின் நீர் மட்டம் எவ்வளவு உயரும் என்ற வாதத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டதுதான் ஹூகூட்டு அவர்களின் தத்துவம். நிலத்தில் நீர் மட்டத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலை கீழ்க்கண்ட நிபந்தனைகளைப் பொறுத்துள்ளது.

1. மழையின் அளவு அல்லது பாசன நீரின் அளவு.
2. நிலத்தின் நீரைக் கடத்தும் திறன்.
3. வடிகால் அமைக்கும் ஆழமும், இடைவெளியும்.
4. நீர் கடத்தா அடுக்கின் (Impermeable layer) தூரம்.

தாவரங்கள் உட்கொள்ளும் நீரின் அளவு, மண்ணின் இறக்கம் போன்ற மற்ற காரணங்களையெல்லாம் இந்தத் தத்துவத்தில் எடுத்துக் கொள்ளவில்லை. மேற்கண்ட நிபந்தனைகளின் கீழ், நீர் மட்டம் எவ்வளவுதூரம் உயரும் என்றும் அதனால் பயிர்களுக்கு எந்த அளவு பாதிப்பு உண்டாகிறது என்றும் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். அநேக ஆராய்ச்சிகள்மூலம் இந்த நீர் மட்டம் எந்த அளவு இருந்தால் பயிர்களுக்குத் தீங்கு இல்லையென்று நிர்ணயம் செய்துள்ளார்கள். இந்நிலையில் இரண்டு முக்கியமான உண்மைகளை மனதில் கொள்ள வேண்டும். மழை காலத்தில் நீர் மட்டத்தைக் குறிப்பிட்ட அளவுக்குத் தாழ்த்த வேண்டும். அப்போதுதான் பயிர்கள் செழித்து நன்றாக வளரும். ஆனால் வெயில் காலத்தில் நீர் மட்டத்தைப் பயிர்களுக்கு உயர்த்தி கொடுக்க வேண்டும். ஆகவே ஹாலந்து போன்ற நாட்டில் மழை காலத்தில் நீரை வடிகால் குழாய்கள்மூலம் வெளியேற்றி, நீர் மட்டத்தைக் குறைக்கவேண்டும். கோடை காலத்தில் இம்முறையை மாற்றி வடிகால் குழாய்கள்மூலம் நீரை நிலத்தில் சேர்த்து நீர்மட்டத்தை உயர்த்திப் பயிர்களுக்கு வேண்டிய நீரைக்கொடுக்க வேண்டும். மேற்கண்ட உண்மைகளையும், நிபந்தனைகளையும் அடிப்படையாகக்கொண்டு ஹூகூட்டு அவர்கள் தமது தத்துவத்தை உண்டாக்கியுள்ளார். ஒரு சில நிபந்தனைகளைச் சுருக்கி இலகுவான முறையில் தனது தத்துவத்தை ஹூகூட்டு அமைத்துள்ளார். ஆனால் அமெரிக்க விஞ்ஞானி கிர்காம் (Kirham) என்பவர் கூடிய மட்டும் எல்லா நிபந்தனைகளையும் வைத்துக் கொண்டு உயர் கணித முறைகளைப் பயன்படுத்தி விடை கண்டு பிடித்துள்ளார்.

படம்-15 ஹூகூட் அவர்களின் வடிகால் இடைவெளி சூத்திரத்தை விளக்குகிறது. அதில் கீழ்க்கண்ட விதிகளைச் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இந்த நிலத்தின் மண் ஒரே விதமான (homogeneous) நீரைக் கடத்தும் திறன் கொண்டது. குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் நீர் கடத்தா (impermeable) படிவம் உள்ளது. இணையாக அமைக்கப்பட்ட வடிகால் வசதிகள் நீரை வடிகட்டுகின்றன. மழை நீர் ஒரே அளவில் நிலத்தில் விழுகிறது. மேலும் ஒரு முக்கியமான உண்மை சுருக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது எந்தப் புள்ளியிலும் நீர் நிலைச் சரிவானது நீர் மட்டத்தின் சரிவுக்குச் (slope) சமம். இந்த நிபந்தனை (assumption) ஆனது, டுபிட்டு பார்சைமீர் (Dupuit-Forchheimer) நிபந்தனை என வழங்கப்படுகிறது: இந்த விதிப் பிரகாரம் நீர் படுக்கை வசமாக (horizontal) ஓடுகிறது. எனக்

கொள்ளவேண்டும். ஆனால் இது சரியானதல்ல. இருப்பினும் இந்த விதி கூடிய மட்டும் சரியான முடிகளைக் கொடுப்பதால் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தத்துவத்தில் வரும் சில சிக்கல்களையும் அகற்றுகிறது.



படம் 15. ஹூகூட் — வடிகால் இடைவெளி சூத்திர விளக்கம்

ஹூகூட் அவர்கள் ஏற்கெனவே விளக்கிய கீழ்க்கண்ட விதிகளைப் பயன்படுத்தி விடை காண்கிறார்.

1. மண்ணின் நீர் கடத்தும் திறன் (K) எங்கும் ஒரே அளவாக உள்ளது. இதை ஓரியல்வு மண் (homogeneous soil) என்பர்.

2. வடிகால்கள் ஒரே மாதிரியாக S–இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

3. எந்தப் புள்ளியிலும் நீர் நிலைச் சரிவு (hydraulic gradient) ஆனது நீர் மட்டத்தின் சரிவு (slope)க்குச் சமமாகும்.

4. மண்ணில் நீரின் இயக்கம் டார்சி அவர்களின் விதி (Darc'ys law)க்கு கட்டுப்பட்டது.

5. தரையிலிருந்து d-ஆழத்தில் நீர் கடத்தாக் கண்டம் உள்ளது.

6. மழை நீரோ அல்லது பாசன நீரோ v-வேகத்தில் நிலத்தில் சேர்கிறது.

7. வடிகாலின் மையத்தின் கீழ், நீர் கடத்தாக் கண்டத்தின் மீது அச்சுகள் (Coordinate) ஆரம்பிக்கின்றன.

இந்த நிபந்தனைகளோடு படத்தைப் பார்க்கும்போது கீழ்க் கண்ட உண்மைகள் விளங்கும். இரண்டு வடிகால்களுக்கு மத்தியில் நேர்குத்துக் கோடு வரைந்தால், கோட்டுக்கு வலப் பக்கம் உள்ள நிலத்தில் விழும் நீர் வலப்பக்கத்தில் உள்ள வடிகாலிலும், இடப்பக்க நிலத்தில் விழும் நீர் இடப்பக்கத்தி லுள்ள வடிகாலிலும் சேரும். முதலில் P-வழியாக நெட்டுக் குத்தாக. தடுப்புக் கண்டம் வரை ஒரு கோடு இழுக்கப் பட்டால், கோட்டுக்கு வலப்புறம் உள்ள நிலத்தில் விழும் நீர் எல்லாம் இந்தக் கோடு வழியாக வடிகாலுக்குப் போய் சேர வேண்டும். நிலத்தின் கனத்தை ஒரு அலகாக வைத்துக் கொண்டு பார்த்தால், கோடு வழியாக வடிகால் போய்ச் சேரும்.

q_x என்றால் $q_x = \left(\frac{S}{2} - x\right)v$

நீர் டார்சியின் விதிப்படி

$$q_x = K_y \frac{dy}{dx}$$

மேற்கண்ட சமன்பாடு (2) எந்தப் புள்ளியிலும், நீர் நிலைச் சரிவும், நீர் மட்டச் சரிவும் சமமாக உள்ளன என்ற நிபந்தனையின் (assumption) கீழ் உண்டானதாகும். $\frac{dy}{dx}$ என்பது நீர்நிலைச் சரிவைக் குறிப்பிடும். நீர் மட்டம் நீர் கடத்தா மண் கண்டத்திலிருந்து y-தூரத்தில் இருப்பதாக வைத்துக்கொண்டு டார்சி விதியைக் கணக்கிட்டால்,

$$q_x = K_y \frac{dy}{dx}$$

$$\text{ஆகவே} \left(\frac{S}{2} - x\right)VK_y \frac{dy}{dx}$$

இருபக்கங்களையும் dx ஆல் பெருக்கினால்,

$$\left(\frac{S}{2} - x\right) v\, dx = K_y d_y$$

மேற்கண்ட சமகரணத்தை நுண் கணித முறையில் தொகுத்தால்,

$$\int \frac{vS}{2}\, dx - \int vx\, dx = \int K_y\, d_y$$

$$\left(\frac{vS}{2}\right) x - \frac{v\, x^2}{2} = K\frac{y^2}{2}$$

x = O ஆகும்போது y = h + d

$x = \frac{S}{2}$ ஆகும்போது y = H + d

$$\left(\frac{vS}{2}\right) x \Big]_0^{S/2} - \tfrac{1}{2}\, v\, x^2 \Big]_0^{S/2} = \tfrac{1}{2} K\, y^2 \Big]_{h+d}^{H+d}$$

$$S^2 = 4K\frac{(H^2 - h^2 + 2Hd - 2hd)}{v}$$

மேற்கண்ட சமகரணம் ஹூகூட்டு அவர்களின் சமன்பாடு ஆகும்.

வடிகாலில் நீர் இல்லையென வைத்துக் கொண்டால்,

$$S^2 = \frac{4KH}{v}(2d + H) \ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

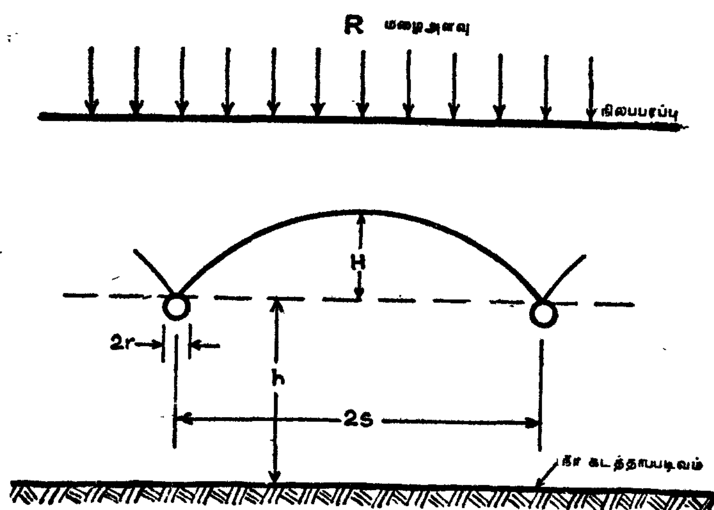
மேற்கண்ட சமன்பாட்டை (equation) ஹாலந்து, ஆஸ்திரேலியா, அமெரிக்கா முதலிய நாடுகளில் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

நிலத்தில் வேறுபட்ட நீர் கடத்தும் திறனுள்ள இருகண்டங்களிலிருந்தால் அவற்றின் நீர் கடத்தும் திறன் K_a, K_b எனக் கொண்டு சமன்பாடு (3)-ஐக் கீழுள்ளவாறு எழுதலாம்.

$$S^2 = \frac{4}{v}(K_a H^2) + \left(\frac{8}{v} K_b dH\right)$$

இதில் Ka கெழு கொண்ட கண்டம் வடிகாலுக்கு மேலும் K_b கெழு கொண்ட கண்டம் வடிகாலுக்குக் கீழும் இருப்பதாகக் கொள்ளவேண்டும்.

ஹூட்டு அவர்கள் உண்டாக்கிய சமன்பாடு ≠ நிலத்தின் கீழ் அமைக்கும் குழாய் வடிகாலுக்கும் பொருந்தும், இந்தச் சமன்பாட்டில் v இன் அளவை, மழையின் அளவு அல்லது பாசன நீரின் அளவாகக் கொள்ளவேண்டும். ஆனல், மழை பெய்யும்போது மண்ணின் ஈரம், மழை நீர் நிலத்தைச் சேருமுன் ஏற்படும் சேதம், ஆழ் வடிகால் சேதம், நீராவியாக மாறும் சேதம் போன்ற பல்வேறு காரணங்களால் v-இன் மதிப்பு மாறும். ஆகவே சரியான v-ன் மதிப்பை நேரிடை அளவுகள் மூலம்தான் நிர்ணயிக்க வேண்டும்.



படம் 16. கிர்காம்-சூத்திரம் விளக்கம்

அமெரிக்காவில் டோனன் (Donnan) அவர்களும் அவர்களுடைய சகாக்களும் ஹூட்டு அவர்களின் சமன்பாட்டை வெகுவாகப் பயன்படுத்தியுள்ளார்கள். மேலும் இவர் பயிர்களின் வேர்ப்பகுதியிலுள்ள தீங்கு செய்யும் உப்புகளை அகற்றுவதற்கு வேண்டிய அளவு நீரையும் பாசன நீரின் அளவோடு சேர்த்துக் கணக்கிட வேண்டும் என வற்புறுத்துகிறார்.

கிர்காம் (1958) சூத்திரம்

கிர்காம் அவர்கள் வடிகால் பிரச்சினையை மிகவும் நுணுக்கமாக ஆராய்ந்து கணக்கு முறையை உபயோகித்து துல்லியமான சூத்திரத்தைக் கண்டுபிடித்துள்ளார். ஹூகெளட்டு அவர்களின் சூத்திரத்தைக் காட்டிலும் மிகவும் துல்லியமானது; சிக்கலானதும்கூட. கிர்காம் சூத்திரம் பின் வருமாறு: (படம்-16)

$$H^{4} = (2SR/K)\ F\ (2\ r/2S,\ h/2S)$$

இதில் H^{4} = வடிகாலுக்கு மேல் நீர் மட்டத்தின் அதிகமான உயரம்.

R = மழை நீரின் வேகம் = v

K = நீரின் கடக்கும் திறன்

h = நீர்கடத்தாக் கண்டத்திற்கும், நீர் மட்டத்திற்கும் வடிகால் நேர்மேல் உள்ள இடைவெளி

r = வடிகாலின் அரை விட்டம்

2S வடிகால்களின் இடைவெளி

$$\text{இதில் } F = \frac{1}{\pi}\left\{ \ln \frac{2S}{\pi r} + \sum_{m=1}^{\infty} \left[\frac{m}{1}\left(\cos\frac{m\pi r}{S} - \cos m\pi \right)\left(\coth\frac{m\pi h}{S} - 1 \right) \right] \right\}$$

சாதிக் டோக்சாசு (Sadik Toksoz) என்பவர் மேற்கண்ட சூத்திரத்திற்கு விடை காண வரைபடம் தயார் செய்துள்ளார்.

கிர்காம் அவர்களுடைய 1958 சூத்திரத்தை உபயோகப்படுத்தி விடை காண வரைப்படம் தயார் செய்யப்பட்டுள்ளது.

ரிக்ளமேசன் பிரோவின் சூத்திரம்

பல வடிகால் அமைப்பாளர்கள், மழை நீர் அல்லது பாசன நீர் நிலத்திலுள்ள நீர் மட்டத்தோடு சம நிலையில் (equilibrium) இருப்பதாகக் கொண்டு உண்டாக்கிய சூத்திரங்களைப் பயன்

படுத்துவது உண்மை நிலைக்கு ஒத்துவராது என எண்ணு கிறார்கள். காரணம், நிலத்தில், நீரின் மட்டம் (water table) தொடர்ந்து மாற்றமடைந்து கொண்டேயிருக்கிறது. ஆகவே, மாறிக்கொண்டிருக்கும் நீர் மட்டத்தை விளக்காத சூத்திரம், உண்மையான நிலையை ஒட்டியிருக்காது என எண்ணுவது இயற்கையே. நீர் நிலைச்சக்தி (hydraulic head) எந்த ஒரு புள்ளியிலும் நிலையாயிருப்பதில்லை. காலத்தோடு மாறுபடு கிறது. இந்த நிலையை மாறுநிலை (Transient stage) எனலாம். எதிராக, மாருநிலையில் (steady state) நீர்நிலைச் சக்தி காலத் தோடு மாறுவதில்லை.

அமெரிக்காவில் பீரோ ஆஃப் ரிக்ளமேசன் (Beareau of Reclamation) நிறுவனத்தில் குளோவர் (Glover) ஒரு சூத்திரத்தை உண்டாக்கினர். எனவே இந்தச் சூத்திரத்தை பீரோ ஆஃப் ரிக்ளமேசன் சூத்திரம் எனவும் குளோவர் சூத்திரம் எனவும் அழைக்கிறார்கள். அதாவது,

$$\frac{KD}{S} \quad dy = \frac{d^2y}{dx^2}$$

இதில்

K – நீர்கடத்தும் திறன்

D – நீர்கடத்தும் கண்டத்தின் சராசரி கனம்.

S – பயன்நீர் கெழு (Specific yield)

y = நீர் மட்டத்தின் மாற்ற அளவு

t = நேரம் அல்லது கால அளவு

மேற்கண்ட சூத்திரத்தை உபயோகப்படுத்தி மாறுநிலை (transient case) நிபந்தனைக்கு விடைகாண வேண்டும். தற்போது சிபாரிசு செய்யப்பட்டுள்ள விடையில் நீர்நிலை யானது நான்காவது படி பரவளைவு (fourth degree parabola) வடிவில் அமைந்திருப்பதாக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது $t = 0$ என்ற நிலையில், நீர் மட்டத்தைக் கீழ்க்கண்ட சூத்திரம் விவரிக்கிறது.

$$y - \frac{8H}{L^4}\left(L^3x - 3L^2x^2 + 4Lx^3 - 2x^4 \right)$$

இரண்டு வடிகாலிலும் நீர் மட்டம் ஒரே உயரத்தில் இருப்பதாக எடுத்துக் கொண்டால்,

$$Y = O \quad T = O \quad X - O$$
$$Y = O \quad T = O \quad X = L$$ என்றாகும்.

மேலும் L இரண்டு வடிகாலுக்கிடையேயுள்ள ஈரத்தைக் குறிப்பதாகக் கொண்டால் மேற்கண்ட சமன்பாட்டுக்கு கீழ்க்கண்ட விடை கிடைக்கும்.

$$y = \frac{192H}{\pi^5} \sum_{m=o}^{\infty} \frac{(2m+1)^2\pi^2-8}{2m+1)^5} e\times p\left(-\frac{(2m+1)^2\pi^{\alpha} t}{L^2}\right) \sin\frac{(2m+1)\pi x}{L}$$

இங்கு $\alpha = \frac{KD}{S}$

நீர்மட்டம் வடிகால்களுக்கு மத்தியில் எந்த அளவுக்கு இருக்கக் கூடுமென்பது $x = \frac{L}{2}$ ஆக வைத்துக்கொண்டால்

$$H = \frac{192}{\pi^3} \sum_{n=1,3,5}^{\alpha} (-1)^{(n-1)/2} \frac{n^2 - 8/\pi^2}{n^5} e\times p\left(\frac{-\pi^2 \, n \alpha t}{L^2}\right)$$

என்று கிடைக்கும். மேற்கண்ட சமன்பாட்டில், வலது பக்கமுள்ள தொகையில் முதல் எண் மட்டும் எடுத்துக்கொண்டு சுமாரான விடை காணலாம்.

மேற்கண்ட சூத்திரத்தில் விளக்கங்களையும் முழுப் பொருளையும் அறிய லூதின் தொகுத்த 'Drainage of Agricultural lands' என்ற நூலையும் அதே ஆசிரியரின் 'Drainage Engineering' என்ற நூலையும் பார்க்கவும்.

பீரோர் ஆஃப் ரிக்ளமேசன் சூத்திரத்தை உதவியாகக் கொண்டு வடிகாலிலிருந்து வடியும் நீரின் அளவைக் கீழ்க்கண்ட சூத்திரங்களால் நிர்ணயிக்கலாம்.

நீர் விடாக் கண்டத்திற்கு (barrier) மேல் வடிகால் அமைத்திருந்தால் $q\beta = \frac{2\pi KYD}{L}$

நீர் விடாக் கண்டத்தின் மேற்பரப்பிலமைத்திருந்தால்

$$q = \frac{4Ky^2}{L}$$ இதில்

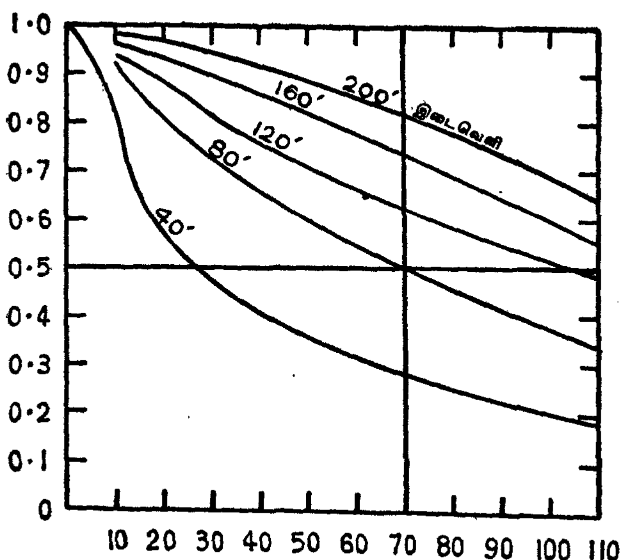
q = வடிகாலின் அளவு (செ. மீட்டருக்கு, ஒரு நாளுக்கு, கன சென்டி மீட்டரில்)

K = நீர் கடத்தும் திறன் (சதுர செ. மீட்டருக்கு) நாளுக்கு, கன செ. மீட்டருக்கு.

Y, L, D ஏற்கெனவே விவரிக்கப்பட்டுள்ளபடி பொருள் கொள்ளவேண்டும்.

நீரழுத்த ஊற்று நிலத்தில் வடிகால் (Drainage in Artesian area)

அடைப்பட்ட நீர் (confined water) அழுத்தத்தோடு இருப்பதால் அடைகண்டத்தில் (confined layer) எங்காவது விரிசல் (cracks) உள்ள இடங்களில் சில இளகிய இடங்களிலும் நீர் மேல்நோக்கி வந்து நீர் மட்டத்தை உயர்த்திவிடும். இந்தப் பிரச்சினை சாதாரணமாக எல்லா இடங்களிலும் உண்டாவதில்லை. சில பாசனப் பிரதேசங்களில் உண்டாகலாம். இந்த நிலையில், பாசனத்தால் நீர்க்கசிவு கீழ்நோக்கியும், ஊற்றுநீரின் அழுத்தத்தால் நீர்க்கசிவு மேல்நோக்கியும் வரும் நிலையுண்டாகிறது. ஆகவே வடிகால்களை மிகவும் நெருக்கமாக அமைக்கவேண்டியுள்ளது. இந்த நிலையில் பல சமன்பாடுகளை உருவாக்குவதில் முயற்சி செய்துள்ளார்கள். ஒரு சமன்பாடு கீழ்க்கண்ட நிபந்தனையுடன் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. மண்ணுள், சம இடைவெளியுடன், ஒரே ஆழத்தில் குழாய்கள் பதிக்கப்பட்டுள்ளன. மண்ணின் நீர் கடத்தும் தன்மை ஒரேமாதிரியாக அமைந்தும், நீர்விடாக் கண்டத்திற்குமேல் குறிப்பிட்ட ஒரே ஆழத்தில் இருப்பதாகவும் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டது. ஊற்று நீரின் அழுத்தம் தெரிந்த அளவுடையதாகவும், மாறுநிலை (steady state)யிலும் இருக்கிறது. வடிகாலுக்கு மேல் மண் எல்லையற்ற அளவுக்கு (infinite) இருப்பதாகவும் எடுத்துக்கொண்டுள்ளது. இந்த நிபந்தனை சரியில்லையென்றாலும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதனால் நிலநீர் மட்டம் கணக்கிடும்போது உண்மையான நிலைக்கு மேலேயேயிருக்கும். ஆகவே இந்த சூத்திரம் அமைப்பு முறைக்குப் பயன்படுத்தும்போது பத்திரமான அளவைக் கொடுக்கிறது.



படம் 17. நீரழுத்த ஊற்றுப் பகுதியில் வடிகால் கடை வெளியை நிர்ணயிக்க உதவும் வரை படம்

$$H = \phi a \frac{In2/Cosh\ 4\pi\ h/S+1}{In \dfrac{Cosh\ 2\pi r/S-1}{Cosh\ 2\pi\ (r+2h)/S-1}}$$ இதில்

H = நீர் மட்டத்தின் உயரம் (water table height at midpoint between drains)

ϕ_a = நீரழுத்த ஊற்றுக்கண்டத்தில் நீர்நிலைச்சக்தி (Hydraulic Head in artesian aquifer)

r = வடிகாலின் அரைவிட்டம்

h = ஊற்றுக் கண்டத்திற்கும் வடிகாலுக்குமிடையுள்ள தூரம்

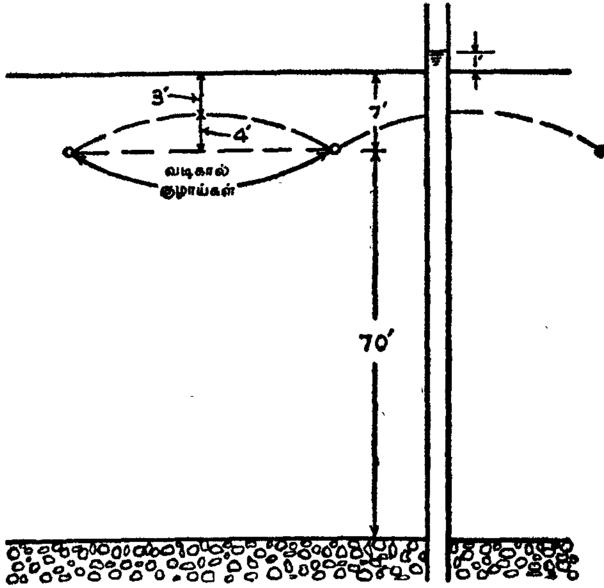
s = வடிகால் இடைவெளி

x, y = படுக்கை, குத்து வசமான அச்சுகள்

In = natural logarithm

மேற்கண்ட சமன்பாட்டிற்கு விடைகாண வரைபடம்—17 தயார் செய்யப்பட்டுள்ளது. படம்-18-ஐயும் உபயோகிக்க வேண்டும்.

இந்த வரைப்படத்தின் உபயோகத்தைக் காண்பிக்கக் கீழ்க் கண்ட மாதிரி கணக்குப் போடப்பட்டுள்ளது. நீரழுத்த ஊற்றுக் கண்டத்தின் ஆழம், ஊற்று அழுத்தம் இவற்றை நேரடியாக நிர்ணயம்செய்து, குழாய் அமைக்கும் ஆழத்தை முடிவு செய்து,



படம் 18. கீழ் வடிகாலின் இடைவெளியைக் கணக்கிட உதவும் படம்

அதற்குமேல் 3 அடி ஆழ நீர் வடிந்த மண்ணுக்கு இடம் விட்டு குழாய் ஆழத்தை நிர்ணயம் செய். குறிப்பிட்ட ஆர்ட்டிசான் வரைப் படத்தில் ஆரங்கள் வெட்டும் இடம் வடிகாலின் இடைவெளியைக் குறிக்கும். உதாரணமாக 3 அடி ஆழத்திற்கு நீர் வடிந்த மண் வேண்டுமென்று வைத்துக்கொள்வோம்.

1. ஆர்ட்டிசான் கண்டம் வடிகாலுக்குக் கீழ்–20 அடி
2. ஆர்ட்டிசான் உயரம் (head) வடிகால் மட்டத்திலிருந்து —8 அடி
3. ஆர்ட்டிசான் உயரம் (head) தரை மட்டத்திலிருந்து —1 அடி
4. வடிகாலின் ஆழம் தரையிலிருந்து—7 அடி

ஆகவே நீர் நிலையை (7-3) = 4 அடிக்கு வடிகாலிலிருந்து கட்டுப்படுத்தவேண்டும். படத்தில் 70 அடி ஆழமுள்ள ஆர்ட்டிசான் கண்டத்திற்கு $\left(\frac{4}{8}\right) = 0.5$-க்கும் பார்க்கும்போது 80 அடி இடை வெளி கொடுக்கவேண்டும்.

இவ்வாருன நிலையில், இறை கிணறு வடிகால் வசதியைப் பயன்படுத்தலாம். இறைத்த நீரைப் பாசனத்திற்கு உபயோகப் படுத்தும் சந்தர்ப்பம் இருந்தால், இறை கிணறு வடிகால் இலாப கரமாகவே இருக்கும்.

3. வடிகால் ஆய்வு முறைகள்

வடிகாலமைப்பை சிறந்த முறையில் குறைந்த செலவில் அமைக்க நிலத்தின் சில முக்கியமான அம்சங்களை ஆராய்ந்து வேண்டிய புள்ளி விவரங்களைச் சேகரிக்கவேண்டும். நிலத்தின் ஆய்வில் மண்ணின் குணங்கள், நீர் மட்டத்தின் மாற்றம் இவற்றைச் சார்ந்த பிரச்சினைகளின் ஆய்வும் அடங்கும். இந்த ஆய்வுகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு முறைப்படி செய்தால் கூடிய மட்டும் முழுமையாகவும் விரைவாகவும் செய்து முடிக்கலாம்.

1. மேலோட்ட ஆய்வு (Reconnaisance survey)

இந்த ஆய்வில், நிலத்தை மேலோடியாகப் பார்வையிட்டு, வடிகால் பிரச்சினையின் தன்மை, வடிகாலமைக்க வேண்டிய சாத்தியக் கூறுகள், அமைப்பின் தோராயமான மதிப்பீடு இவற்றை முடிவு செய்யவேண்டும்.

2. ஆரம்ப வடிகால் ஆய்வு (Preliminary drainage survey)

மேலோட்ட ஆய்வின் தொடர்ச்சியாக, வேண்டிய அளவு விவரங்களைச் சேகரித்து, வடிகாலமைப்பின் முறைகள் அளவு, செலவு இவற்றை வரையறுக்க வேண்டும்.

3. அமைப்பு ஆய்வு (Design survey) அல்லது விவரமான ஆய்வு.

இந்த ஆய்வில் எல்லா விவரங்களையும் மிகவும் நுணுக்கமாக ஆய்ந்து, விவரமான அறிக்கை, வரைப்படம் மதிப்பீடு ஆகியவற்றை முடிக்க வேண்டும்.

சில சந்தர்ப்பங்களில் ஏற்கெனவேயுள்ள விவரங்கள், அவ்விடத்து நிலைமைகளைப் பொறுத்து, ஆய்வு முறைகளைக் குறைத்துக்கொள்ளலாம். உதாரணமாக, ஏற்கெனவேயுள்ள

பழுதடைந்த வடிகால் வசதியைச் சீர்திருத்தம் செய்ய வேண்டு மென்றல், ஆய்வுமுறை 1, 2 அல்லது 2-ஐத் தவிர்க்கலாம்.

வேண்டிய விவரங்களைத் தயார்செய்யும் ஆய்வு முறைகளை முன்னேற்பாட்டுடன் தயார் செய்து, வேண்டாத விவரங்களைச் சேகரிப்பதைத் தவிர்க்கவேண்டும்.

வடிகால் அமைப்பின் மூலம் ஏற்படும் பயனையும் ஆய்ந்து அதன் விளைவாகப் பொருளாதார ரீதியில் எவ்வளவு அதிக இலாபம் அடையமுடியும் என்பதனையும் அந்த இலாபத்தைக் கொண்டு வடிகால் அமைப்பின் செலவினை வருடாந்தரத் தவணையாகக் கொடுக்க இயலுமா என்பதனையும் ஆய்ந்து முடிவு செய்யவேண்டும். வடிகால் அமைப்பின்மூலம் அடையும் வருடாந்தர பயன் அல்லது நிகர இலாபம், அவ்வித அமைப்புச் நிலத்தில் நிறுவ ஏற்படும் வருடாந்தரச் செலவும் அமைப்பு வேலைகளை வருடா வருடம் பராமரிக்கும் செலவும் சேர்த்து வரும் தொகையினை விட அதிகமாக இருக்கவேண்டும். அப்போதுதான் வடிகால் அமைப்பின் செலவினையும் அவை களைப் பராமரிக்கும் செலவினையும் அவ்வித அமைப்பு வேலை களால் ஏற்படும் நிகர இலாபத்தைக் கொண்டு சுலபமாக வருடா வருடம் செலுத்துவது சாத்தியமாகும்.

ஏற்கெனவேயுள்ள ஆதாரங்கள்

வரைப்படங்கள், பத்திரங்கள், அலுவலகக் குறிப்புகள் இவற்றிலிருந்து அந்த இடத்தைப்பற்றிய விவரங்கள் கிடைக்கும். (aerial photograph) நிலத்தின் ஆகாயப்படம், நில அமைப்பு (topographic maps) படங்கள், ஏற்கெனவே யுள்ள வடிகால் ஆய்வுப்படங்கள் மண் ஆய்வுக் குறிப்புகள் (soil survey) புவியியல் ஆய்வுகள் (geological surveys) நில நீர் ஆய்வுகள் நதிப் பள்ளத்தாக்கு (river-valley surveys) ஆய்வு, பொருளாதர ஆய்வு (economic survey) ஆகியவைகளும், இவைபற்றிய அறிக்கைகள், குறிப்புகள், வட்டம், மாவட்டம், மாநில அளவில் இவைபற்றிய அறிக்கை கள். குறிப்புகள், மழையளவு, ஆறு, ஓடைகள் குளங்கள் இவற்றின் நீரோட்டம், நீர்மட்ட அளவுகள், கடல் அலைகளின் அளவுகள், பயிர்களின் மகசூல்களின் அளவுகள் ஆகிய வற்றையும் சேகரித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

மேலோட்ட ஆய்வு : மேலோட்ட ஆய்வு செய்யும்போது, திட்டம் அமைக்கும் பிரதேசத்தில் சம்பந்தப்பட்ட மற்ற

இலாகாக்களையும், கலந்தாலோசித்து, திட்டத்தில் அவர்களின் பொறுப்பு என்ன, பங்கு என்ன என்பதையும் அறிந்து கொள்ள வேண்டும். சில சமயங்களில் இவ்விதமான பரிவர்த்தனையில், திட்டத்திற்கு வேண்டிய முக்கியமான அம்சங்கள், ஆதாரங்கள், விவரங்கள் கிடைப்பதோடு, திட்டத்தைப் பயனுள்ளதாக்க வேண்டிய சூழ்நிலையுமுண்டாகும்.

மேலோட்ட ஆய்வின் முக்கிய நோக்கங்களாவன :

1. வடிகால் அவசியமுள்ள நிலத்தின் பரப்பைத் தீர்மானித்தல்.

2. வடிகாலமைக்க வேண்டிய சாத்தியக்கூறுகள் உள்ளனவா என்பதை நிர்ணயித்தல்.

3. வடிகாலமைப்பதால் உண்டாகும் இலாபத்தை நிர்ணயித்தல், மேலோட்ட ஆய்வில் கீழ்க்கண்ட முக்கியமான அம்சங்களை ஆய்வு செய்யவேண்டும் :

1. கழிவுப்பகுதி, கழிவுமுகம் அல்லது வெளிப்போக்கிகள்

கணக்கிடப்பட்ட நீரோட்டத்தின் அளவுக்குத் தகுந்தவாறு கழிவுப்பகுதி அமையவேண்டும். தானுகவே வழிந்தோட வசதியில்லாவிட்டால், நீர் இறைப்பிகள் அமைக்கும் அவசியத்தைப்பற்றியும், அவ்வாறு அமைத்தால், இறைக்க வேண்டிய நீரின் உயர அளவு, செலவு போன்ற விவரங்களையும் சேகரிக்க வேண்டும். கடற்கரையோரத்தில் கழிமுகம் அமைத்தால் கடலலைகளின் உயரம், ஏற்படும் காலங்கள் போன்ற விவரங்கள் தேவைப்படும்.

வெள்ளத்தால் பாதிக்கப்படும் நிலங்களில், வடிகால்களினுல் மண்அரிப்பு ஏற்படக்கூடிய வாய்ப்பு, வெள்ளம் ஏற்படும் காலங்கள், வெள்ளத்தின் உயரம், மண்படிதல், நில உபயோகம் போன்ற விவரங்களைச் சேகரிக்கவேண்டும். நிலத்தைப்பற்றி ஆயும்போது கசிவு நிலம், களர் நிலம் இவற்றின் அளவு போன்ற விவரங்களைச் சேகரிக்கவேண்டும்.

மேற்கண்ட விவரங்களோடு, நிலத்தின் மேற்பரப்பின் நிலை (topography) சுற்றியுள்ள நிலங்களின் அமைப்பு, அவற்றிலிருந்துவரும் நீரோட்டத்தின் திசை, அளவு, காலம் பற்றிய விவரங்களும், வடிக்கவேண்டிய நிலத்தின் அளவு, சொந்தக்

காரர்கள், நிலத்தின் வளம், வளரும் பயிர்கள், மகசூலின் அளவு ஏற்கெனவேயுள்ள வடிகாலின் அளவு, இருப்பிடம், அமைப்பு வடிகாலமைப்பை நிர்மாணிக்கும் பொறுப்பு, வட்டம் மாவட்டம், மாநில அளவு, இந்நிலத்தைப் போன்று நிலங்களில் ஏற்கெனவே வடிகாலமைப்பிருந்தால், சராசரி ஏக்கருக்காகும் செலவு, அமைப்பு முறைகள், கிடைத்த பலன்கள் ஆகிய இவற்றைச் சேகரிக்க வேண்டும்.

மற்றும் இடத்திற்கேற்ப மேலும் விவரங்கள் தேவைப் படலாம்; மேற்கூறிய சில விவரங்கள் அவசியமில்லாமலு யிருக்கலாம். ஆகவே ஆய்வுசெய்யும் இடத்திற்குத் தகுந்தவாறு எந்தெந்த விவரங்கள் தேவையெனத் தீர்மானித்து வேண்டிய விவரங்கள் யாவையும் சேகரிக்கவேண்டும். இவற்றை யெல்லாம் சேகரித்து, ஆய்வு செய்தால். நிலத்தைப் பற்றிய முழு விவரம் கிடைக்கும். இவற்றை வைத்துக்கொண்டு வடிகால் அமைக்கும் சாத்தியத்தையும், செலவையும் ஒரு அளவுக்கு நிர்ணயம் செய்யமுடியும்.

ஆரம்ப வடிகால் ஆய்வும் அறிக்கையும்

ஆரம்ப வடிகால் ஆய்வு, வடிகாலமைப்பின் மதிப்பீட் டையும், அமைக்கும் சாத்தியக்கூறு பற்றியும் விரி வாகவும் தெளிவாகவும் கொடுக்கும். மேலோட்ட ஆய்வில், வடிகாலமைக்கும் சாத்தியக்கூறுகள் உண்டு என நிச்சயமாக முடிவுசெய்த பின்னர் நிலச் சொந்தக்காரர்களின் இசைவு பெற்ற பின் தொடர்ந்து ஆரம்ப வடிகாலாய்வு நடத்த வேண்டும். இந்த ஆய்வின் முக்கிய நோக்கங்களாவன:

1. இயற்கையிலமைந்த வடிகால், ஓடைகள் அமைக்கப் படவிருக்கும் வடிகால்கள், வாய்க்கால்கள், அவற்றின் இருப்பிடம் (location) கொள்ள (capacity) இவற்றை விரிவாக ஆய்ந்து முடித்தல்.

2. ஏற்கெனவே வடிகாலமைப்பு இருந்தால் அவற்றை அபிவிருத்தி செய்யவும், புதிய இணைப்புகள், அமைப்புகளின் தேவைகளையும் விவரமாக ஆய்தல்.

3. முழுமையான அமைப்பு வரைதல்.

4. வடிகாலமைப்பினல் உண்டாகும் செலவுகள், பயன்கள் இவற்றின் மதிப்பீடு தயாரித்தல்.

இந்த விவரங்களை, ஏற்கெனவேயுள்ள விவரங்களோடும், மேலோட்ட ஆய்வில் கிடைத்த விவரங்களோடும் சேர்த்து, நிலத்தின் சில பொறியியல் அளவுகளை நேரடியாக அளவு செய்து, வேண்டிய வரைப் படங்கள் தயார் செய்தும், வடிகாலமைப்புக்கு உருவமைப்புக் கொடுத்து, வரைப்படம், மதிப்பீடு தயார் செய்ய வேண்டிய ஆயத்த வேலைகளைச் செய்ய வேண்டும்.

அமைப்பு ஆய்வு அல்லது விவரமான ஆய்வு

(Design survey)

மேல் வடிகால் (Surface drainage) ஆய்வின் வகைகள்

அளவு, வடிகால் திட்டத்தின் அளவைப் பொறுத்துள்ளது. கிடைக்கும் ஆதாரங்கள், சேகரிக்கும் விவரங்களைக் கொண்டு கீழ்க்கண்ட அம்சங்களை நிச்சயிக்க வேண்டும் :

1. வடிக்கும் நிலத்தின் பரப்பு.
2. கழிவுமுகத்தின் திறன்.
3. வடிகாலின் சரிவு.
4. வடிகால், பாலங்கள், அவற்றுடன் சேர்ந்த துணை அமைப்புகள், இவற்றின் அமைப்பு, இருப்பிடம்.
5. கரைகள், நீர் இறைப்பிகள், கீழ்மட்ட கழிவுமுகங்கள், அவற்றின் துணைப் பாகங்கள் அமைப்பு, இருப்பிடம்.
6. வடிகாலின் அமைப்பும் மதிப்பீடு தயாரித்தலும்.
7. அமைப்பின் வெவ்வேறு பாகங்களின் மதிப்பீடு, செலவு இவற்றை நிர்ணயித்தல்.
8. வரைகுறிப்புகள் (specification) தயாரித்தல்.

மேற்கண்ட விவரங்களின் சிலவற்றை ஆரம்ப வடிகால் ஆய்விலேயே சேகரித்திருந்தாலும், விவரமான ஆய்வில் இவற்றின் அளவுகளை இன்னும் நுட்பமாகச் சேகரிக்க வேண்டும்.

மேல் வடிகாலமைப்பில் நில அமைப்பு வரைப்படம் தயாரித்து, வாய்க்கால், கழிவுமுகம், வடிகாலின் துணைப் பாகங்கள் இவற்றின் இருப்பிடங்களை நிர்ணயம்செய்தபின், மண்ணின் தன்மையை அறிய வேண்டும். மண் வரைபடம்

(soil maps) மூலம் கிடைக்கும் விவரங்களோடு, வாய்க்கால் அமைக்கும் இடங்களில், மண்ணின் தன்மையை அறியதுளை போட்டு மண்ணில் மாதிரி யெடுக்கவேண்டும். வாய்க்காலின் ஆழத்திற்கு மேலும் 0·3 மீட்டர் ஆழத்திற்கு துளை போட வேண்டும். மண்ணின் தன்மை ஒரே மாதிரியாக இருந்தால் 600 மீட்டருக்கு ஒரு துளை அமைத்தால் போதுமானது. ஆனால் இடையிடையே பாறைகள், இளகிய மண் போன்ற அமைப்பு இருக்குமாயின் 30 மீட்டருக்கு ஒரு துளை போட்டு மண்ணின் மாதிரியை ஆய்தல்வேண்டும். வாய்க்காலின் குறுக்கு வெட்டுப் பகுதியில் (ditch profile) மண்ணின் அமைப்பைக் காட்டும் படம் ஒன்று வரையப்படவேண்டும். இதேபோல், வாய்க் காலுக்குக் குறுக்கு வெட்டுப்பகுதி (cross section)யை வரைந்து மண்வேலையின் அளவு எவ்வளவு என மதிப்பீடு செய்ய வேண்டும்.

இவ்வாறு, தயாரித்த மதிப்பீட்டில். வாய்க்கால் வெட்டி, துணைப்பாகங்கள் அமைக்கும் செலவோடு, நிலத்திலுள்ள மரம் செடிகொடிகளை அகற்றவும், சமன் செய்யவும், வேலி அமைக்கவும், ஏற்கெனவேயுள்ள குழாய்களை இறக்கவும், ஏற்றவும் வாய்க்கால்களில் புல் உண்டாக்கவும் வேண்டிய மற்ற செலவுகளையும் சேர்த்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும்.

கீழ் வடிகால் அமைப்பு ஆய்வு (sub-surface drainage)

மேல் வடிகால் அமைப்புக்குச் சேகரித்த விவரங்களோடு கீழ் வடிகால் அமைப்புக்குக் கூடுதலான விவரங்கள் தேவைப் படும். கீழ் வடிகால் அமைப்பின் நோக்கத்தைப் பார்க்கும் போது, மண்ணிலுள்ள நீர் மட்டத்தை (water-table) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் நிறுத்தவேண்டுமென்றும், அதற்கு முக்கியமாக மண்ணின் நீர் கடத்தும் திறன் (permeability) அளவு தேவையெனவும், கிணற்று வடிகாலமைப்பில் நீர் ஊற்று நிலையின் வகைகளையும், அதற்கேற்றாற்போல் அமைப்பு முறைகளை மாற்ற வேண்டுமெனவும் குறிப்பிடப்பட்டது. ஆகவே கீழ் வடிகாலமைப்பு ஆய்வில் அடி மண்ணின் கூட்டமைப்பையும் (texture) நீர் கடத்தும் திறனையும் 3 முதல் 6 மீட்டர் ஆழத்திற்கும் அதற்கு மேலும் நிர்ணயம் செய்ய வேண்டியிருக்கும். கீழ் வடிகால் எவ்வாறு வேலை செய்கிறது என்பது, அது அமைக்கப்படும் மண்ணின் நீர் கடத்தும் திறனைப் பொறுத்துள்ளது. ஆகவே சோதனைத் துளைகள் மூலம் இந்த விவரங்களை விரிவாகச் சேகரிக்கவேண்டும். மண்ணின்

அமைப்பு ஒரே மாதிரியாக இருப்பின் 150 முதல் 300 மீட்டருக்கொரு சோதனைத் துளையும், மாறுபட்டுச் சிக்கலாக இருந்தால் 30 மீட்டருக்கும் அதற்குக் குறைவான தூரத்திலும் ஒரு சோதனைத் துளை போடுவது நல்லது. வடிகாலின் ஆழத்தைப் போல் $1\frac{1}{2}$ மடங்கு ஆழத்திற்குத் துளைபோடவேண்டும். சில இடங்களில் 5 முதல் 6 மீட்டர் ஆழத் துளைகள் போடவேண்டும்.

வடிகால் நிலத்திலும் அதைச் சுற்றியுள்ள நிலத்திலும் ஊற்று நீர் பகுதியின் நிலையையும், நீர் மட்டத்தின் மாற்றங்களையும் பற்றிய விவரங்களை அறிய சில அளவைக் கிணறுகள் (Observation wells) அமைக்கவேண்டும்.

மண்ணில் நீர் இயக்கம்

மண்ணுள் நீர் இயங்குவதைப் பல விஞ்ஞானிகள் ஆய்வு செய்துள்ளார்கள். செய்துகொண்டுமிருக்கிறார்கள். ஆரம்ப காலத்தில் ஹேகன் (Hagen), பாய்சல்லி (Poiseuille), ஸ்டோக்ஸ் (Stokes), டூபுட் (Dupuit), டார்சி (Darcy), ஹேசன் (Hazen), ஸ்லிட்சர் (Slitcher) போன்ற விஞ்ஞானிகள் குறிப்பிடத்தக்க ஆராய்ச்சி முடிவுகளை அளித்துள்ளார்கள்.

நீர் ஊடுருவும் திறனையும் (hydraulic conductivity) மண்ணின் நீர் கடத்தும் திறனையும் (soil permeability) ஒரு பொருள்படக் குறிப்பிடினும் சிறிது மாறுபட்ட பொருளுடையன வாகும். மண்ணின் நீர் கடத்தும் திறனை, நீர் கடத்தும் திறன் குனிதம் (coeffient of permeability) எனக் குறிப்பிடும்போது குறிப்பிட்ட கால அளவில், குறிப்பிட்ட குறுக்களவுள்ள மண்ணில் குறிப்பிட்ட நீர் நிலைச் சக்தியின் கீழ் ஊடுருவும் நீரின் அளவைக் குறிக்கும். வினாடிக்கு ஒரு சதுர சென்டிமீட்டர் குறுக்களவுள்ள மண்ணில் ஒரு சென்டிமீட்டர் உயர நீர்ச் சக்தியின் கீழ் நகரும் நீரின் அளவு கனசென்டிமீட்டரில் குறிப்பிடுவதே நீர் கடத்தும் திறன் குவிதமாகும். ஆனால் நீரின் ஊடுருவும் திறன் (hydraulic conductivity) டார்சியின் சமன் பாட்டில் வரும் K-ன் மதிப்பைக் குறிக்கிறது. K-ன் மதிப்பு, மண்ணின் திரவங்களைக் கடத்தும் குணங்கள், திரவங்களின் குணங்களான பாகுநிலை (viscosity) போன்றவற்றையும் பொறுத்துள்ளது. நீர் கடத்தும் திறன் (permeability) பொதுவாக மண்ணின் நீர்கடத்தும் குணத்தைக் குறிக்கிறது. மண்ணின் இத்தன்மையை நிலத்திலேயே அளந்து நிர்ணயம்

செய்வதும், மண் மாதிரியை எடுத்து வந்து ஆய்வுக்கூடத்தில் நிர்ணயம் செய்வதும் போன்ற இருமுறைகள் வழக்கத்திலிருந்து வருகின்றன.

நிலத்தில் அளவிடும் முறை (Field Measurement)

நிலத்திலேயே, மண்ணைக் கலக்காமல் நீர் கடத்தும் திறனை இரண்டு வகையாக நிர்ணயம் செய்யலாம். அவை, நேர் அளவுமுறை (direct measurement) மறைமுக அளவு முறை (indirect measurement) எனப்படும்.

நேர்முக முறை என்பது நீர் கடத்தும் திறனை, சில பரிசோதனைகள் மூலம் நேரிடையாக நிர்ணயம் செய்தலாகும். அவை ஹூகூட்டு முறை(Hooghoudt's method-single augure-hole homogeneous soil), ஏர்னஸ்ட் சூத்திரம் (Earnest formula-single hole- homogeneous soil), ஹூகூட் முறை (Hooghoudt's method single hole-layer soil), ஏர்னஸ்ட் முறை (Earnes't formula single hole-layeres-soil), சைல்ட் முறை (Child's method two wells method), கிர்காம் முறை (Kirkham's fourwell method-piezo meter method), கிர்காம் குழாய் முறை (Kirkham tube method), கிணற்று நீரோட்ட முறை (Discharge well method) ஆகியனவாகும்.

மறைமுக முறைகளில், மண்ணின் நீர் கடத்தும் திறனைப் பாதிக்கும் அம்சங்கள் மூலமாக, மண்ணின் திறனைக் கண்டு பிடிக்கிறார்கள். கோஸ்னி கார்மன் சூத்திரம் (Kozeny-carmen equation), சைல்டின் முறை (Childs a collis-george), அர்னோவசி, டோனன் (Arnovici Fonnan) அவர்களின் விளக்கம், ஓநீல், உலாண்ட் (O Neal and Uhland) இவர்களின் விளக்கம் இவைகளெல்லாம் மறைமுகமான முறைகளாகும்.

ஆய்வுக்கூட முறை

ஆய்வுக்கூடத்தில் மண்ணைக் கொண்டு வந்து நீர் கடத்தும் திறனை நிர்ணயம் செய்ய பல விஞ்ஞானிகள் தகுந்த உபகரணங்களையும், முறைகளையும் உண்டாக்கியுள்ளார்கள். உலாண்ட் (uhland) என்பவர் 1950-ல் மண்மாதிரி எடுக்க உபகரணத்தை உருவாக்கியுள்ளார். இதைப் பலர் வெகுவாக உபயோகப்படுத்தி வருகிறார்கள். இதேபோல் லட்ச்சு (Lutz-1947) என்பவரின் உபகரணமும், போவர், பீட்டர்சன் (Bowerd, peterson-1950) என்பவர்கள் மாற்றியமைத்த உபகரணத்தைப்

பயன்படுத்தி வருகிறார்கள். இயந்திர விசையைப் பயன்படுத்தி மண் மாதிரியை, கெல்லி (Kelley) என்பவரும் மற்றவர்களும் எடுத்திருக்கிறார்கள். பல்வேறு முறைகளைப் பயன்படுத்தி நீர் கடத்தும் திறனை நிர்ணயிக்கும் முறைகளைப் பக்கம் 111-117-ல் Usda-agriculture hand book no. 60 (Diagonosis and improvement of saline and alkadine soils) என்ற நூலிலும், Drainage of Agricultural Lands (Edited by James N. Luthin) என்ற நூலிலும் பார்க்குமாறு சிபாரிசு செய்யப்படுகிறது.

நீர் ஊடுறுவும் திறனை நிலத்திலேயே நிர்ணயித்தல் துளைப்பான் முறை

வடிகால் ஆய்வுகளுக்காக

அலுவலகம்....................................இடம்..................................

நில எண்..............log எண்.................விவசாயி...............

தொழில்/நுட்பக் கலைஞர்..............................தேதி.......................

துளைப்பானின்/விட்டம்...................துளையின் ஆழம்.................

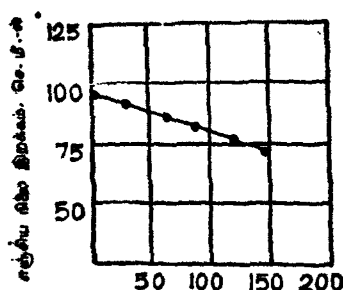
உப்பின் தன்மை...................................நீர்..............................

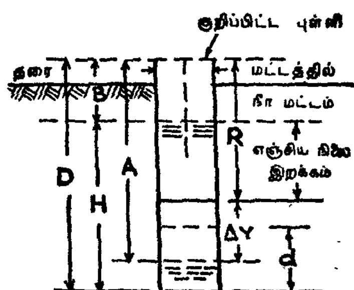
ஆரம்பி 10:03 ஆன நேரம்	Δt	குறிப்பிட்ட புள்ளியிலிருந்து நீர் நிலையின் ஆழம்			Δy (A-R)	எஞ்சிய நில இறக்கம் (R-B)
		இறைக்கு முன்	இறைத்த பின்	இறைக்கும் போது		
விநாடி	விநாடி	செ. மீ. (B)	செ.மீ.(A)	செ. மீ. (R)	செ.மீ.	செ. மீ.
		110.0				
0·0			207.0		0.00	97.0
30				200.0		90.0
60				195.0		85 0
90				193.0		83.0
120				188 0		78.0
150	150.0			183.0	84·0	73.0

துளைப்பான் முறை

துளைப்பான் முறைமூலம், எளிதில் நீர் ஊடுருவும் திறனை (hydraulic conductivity) நிர்ணயிக்கலாம். இது ஒரு சிறந்த முறையாகும். இம்முறையில், சோதனைத் துளைகளின் ஆழம் உத்தேச வடிகாலின் ஆழத்தைப்போல் 1½ மடங்கு இருக்க

வேண்டும். சோதனைத் துளையிலுள்ள நீரை கைப் பம்பைக் கொண்டு, பல தடவை வெளியேற்றவேண்டும். துளையின் சுவற்றிலுள்ள இடைவெளிகளை அடைத்திருக்கும் மண் துகள்கள் நீரோடு வெளியேற்றப்பட்டு, துளையினுள் நீர் தங்கு தடையின்றி வர ஏதுவாகிறது. நீர் மட்டம் நிரந்தரமான ஒரு நிலையை அடைந்ததும், துளையின் நீர்மட்டத்தைத் தாழ்த்த வேண்டும் குறிப்பிட்ட நேர இடைவெளிகளில் நீர் மட்டத்தை அளக்கவேண்டும். படத்தில் காட்டியவாறு அளவுகளைக் குறிக்கவேண்டும். வான்பேவல் (Van Bavel) கிர்காம் அவர்கள் உண்டாக்கிய சூத்திரத்தை உபயோகப்படுத்தி நீர் ஊடுருவும் திறனை (K) நிர்ணயம் செய்யலாம்.





படம் 19. நீர் ஊடுருவும் திறனைக் கண்டுபிடிக்கும் துளைப்பான் முறை

$$K = 2220\frac{r}{SH} \times \frac{\Delta y}{\Delta t}$$ இதில்

K = நீர் ஊடுருவும் திறன் செ. மீ. மணிக்கு

r = துளையின் ஆரம் செ. மீட்டரில்.

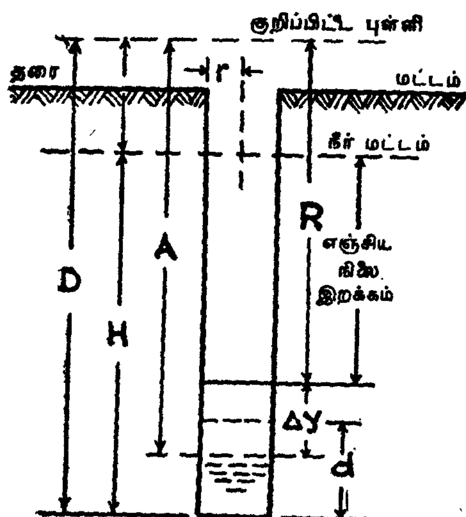
S = துளையின் நிலையான நீர்மட்டத்தையும் சோதனை நடக்கும்போதுள்ள சராசரி நீர்மட்டத்தையும் இணைக்கும் மதிப்பெண்

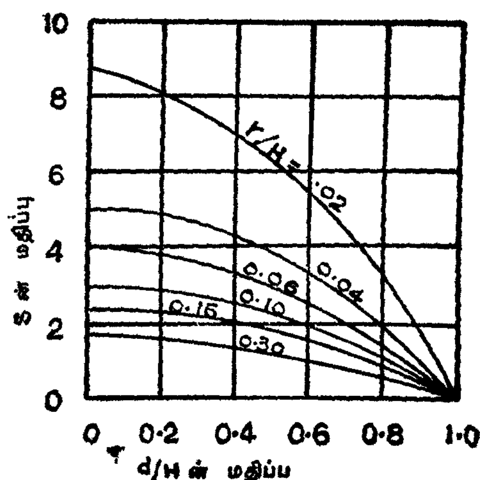
H = துளையில் நீரின் ஆழம் செ. மீட்டரில்.

$\Delta y = \Delta t$ நேர இடைவெளியில் (A—R) உயரும் நீர்மட்டம் செ. மீட்டரில்.

$\Delta t = \Delta y$ செ. மீ. உயரம் கொடுக்கும் நேரம் செகண்டில் சோதனையின் போதுள்ள நீர்மட்டத்தின் சராசரி உயரம் மீட்டரில் $\left(D - A + \frac{\Delta y}{2}\right)$.

நீர்மட்ட அளவுகளைக் குறிப்பது, K மதிப்பைக் கணிப்பது இவற்றை விளக்கமாதிரிப் படிவம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.





படம் 20. துளைப்பான் முறையில் 'K' மதிப்பை அளவிடுதல்

நீர்மட்டம் துளையில் உயரும் வேகத்தைக் குறிக்கும்போது, மொத்த நீரின் இறக்கநிலையில் (total-draw-down) நான்கில்ஒரு பாக அளவை அடையுமுன் அளவுகளை எடுத்து முடிக்க வேண்டும். நான்கு அல்லது ஐந்து அளவுகள் குறுகிய கால இடைவெளிகளில் எடுத்து வரைபடத்தில் குறித்து ஒரே நிதான மான (uniform) நீர் உயரும் (rate of recovery) வேகத்தை அடையவேண்டும். இந்த மதிப்பைத்தான் மேற்கண்ட சூத்திரத்தில் உபயோகித்தல் வேண்டும்.

நில நீர் ஆய்வு

நிலநீர் ஆய்வு, குறிப்பிட்ட நிலங்களில் நீர்மட்டத்தின் மாறுதல்களையும், நிலைகளையும் அறிய உதவுகிறது. வடிகால் பிரச்சினைகளின் நிலையையும் அளவுகளையும் எடுத்துக்காட்டும். பொதுவாக அடிவடிகாலின் அமைப்பையும் இடத்தையும் முடிவுசெய்ய உதவுகிறது.

நிலத்தில் பள்ளம் தோண்டினாலோ, துளை போட்டாலோ அவற்றிலுள்ள நீர்மட்டம் நில நீர்மட்டத்தைக் குறிக்கும். நில நீர்மட்டத்தை அளவு கிணறுகள் (observation well) மூலம் அறியலாம். அளவு கிணற்றில் உள்ள குழாய் துவாரங்களைக் கொண்டும், சுற்றி சரளைக் கற்களால் நிரப்பப்பட்டதுமாக இருக்கவேண்டும். இதனால் நீர் கிணற்றுக்குள் எளிதில் நுழைகிறது.

நீரழுத்த ஊற்று அழுத்தத்தால் பாதிக்கப்படாமல் இருந்தால், அளவுக் கிணறு சரியான நீர்மட்டத்தைக் காட்டும். அளவுக் கிணறுகளில் குழாய்கள் பயன்படுத்தலாம். ஆழம் குறைந்தும், மண் சரியாமலிருந்தால் வெறும் துளையே போதுமானது. தானாக இயங்கும் நீர்மட்டம் அளவுக்கும் கருவியைப் பொறுத்திவிட்டால், மிகவும் பயனுள்ள அளவுகளை எடுக்கலாம். சாதாரணமாக 2-3 மீட்டர் ஆழத்திற்கு அளவுக் கிணறுகளை அமைக்கவேண்டும். நீர்நிலை மாற்றம் அதிகமாயிருந்தால், மண்கண்டங்களின் தன்மையைப் பொறுத்து, ஆழத்தை மாற்றிக்கொள்ளலாம். அளவுக் கிணற்றின் விட்டம் 1 செ.மீட்டர் முதல் 15 செ. மீட்டர்வரை இருக்கலாம். தரைக்கு மேல் 15-20 செ. மீட்டர் நீட்டிக்கொண்டிருக்கவேண்டும். குறைந்தது ஒரு வருடமாவது அளவுகள் எடுக்கவேண்டும். பருவத்திற்குத் தகுந்தாற்போலவும், பயிரின் தன்மையைப் பொறுத்தும் நீர் மட்டம் மாறும். 3 மீட்டர் மாற்றம் கூடப் பல இடங்களில் ஏற்படுவதால், நீண்ட காலத்திற்குப் பல கிணறு

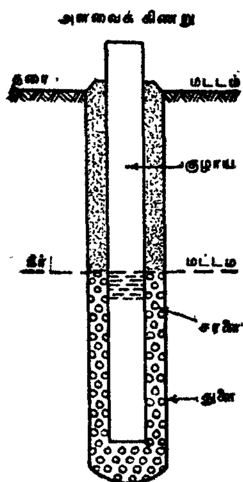
களை அமைத்து எந்த மாதங்களில் நீர் உச்சமட்டத்திலிருக்கிறது என்பதையும் அப்போது பயிர்களுக்கேற்படும் விளைவு என்ன வென்பதையும் நிர்ணயிக்கவேண்டும். பாசன வசதியில்லாத நிலத்தில் நீர்மட்ட மாற்றம் மெதுவாக ஏற்படும். பொதுவாக மழைக்காலங்களில் குறைந்த ஆழத்திலும் கோடை காலத்தில் அதிக ஆழத்திலும் காணப்படும். ஆகவே மழைகால முடிவில் கிடைக்கும் அளவுகள் போதுமானது.

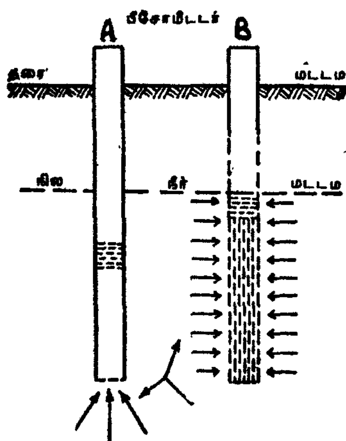
பீசோ மீட்டர்கள் (Piezometers)

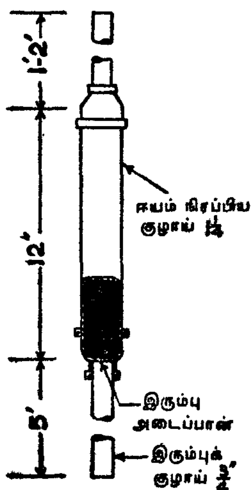
அடி வடிகாலுக்கு வேண்டிய, நில நீர் மட்டங்களை நிர்ணயம் செய்ய பீசோ மீட்டர்கள் பயன்படுகின்றன. அளவைக் கிணறுக்கும் பீசோ மீட்டருக்கும் அடிப்படை வேற்றுமையுண்டு. பீசோ மீட்டரானது நிலத்தினுள் இறக்கப் பட்ட இருபக்கமும் திறந்த சிறிய குழாய் அமைப்பாகும். எந்த ஆழத்தில் நீரின் அழுத்தத்தைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டுமோ அந்த ஆழம் வரை குழாயை இறக்க வேண்டும். நீர், குழாயின் அடிப்பாக வழியில் மட்டுமே புக முடியும். அடிப்பாகத்தில் நீரின் அழுத்தம் எவ்வளவு உண்டோ அந்த அளவிற்கு குழாயில் நீர் ஏறும். அதாவது பீசோ மீட்டரானது குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் (புள்ளியில்) நீரின் அழுத்தத்தைக் குறிக்கும். ஆனல் அளவைக் கிணருனது, 1 செ.மீ. முதல் 15 செ. மீட்டர் வரையான சிறிய குழாய்க் கிணறு ஆகும். மண்ணிலுள்ள நீர், கிணற்றின் ஆழ முழுவதுமே, படுக்கை வசத்திலிருந்து நுழையும். ஆகவே அளவைக் கிணற்றின் நீர் அளவு, மண்ணி லுள்ள நீர் மட்டத்தைக் குறிக்கும்.

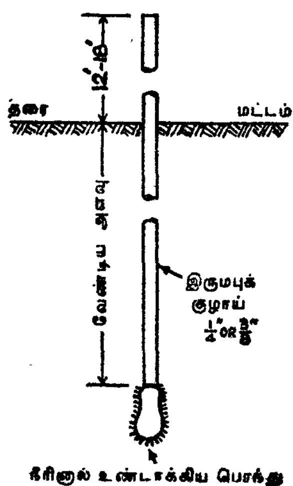
மண்ணிலுள்ள பல்வேறு கண்டங்களிலுள்ள நீர் அழுத் தத்தையும், ஆர்ட்டிசான் நீர் அழுத்தத்தையும், பீசோ மீட்டர் மூலம் நிர்ணயம் செய்யலாம். நீரின் இயக்கம், அழுத்த மாறுதலாலுண்டாவதால், மண்ணில் நீர் எந்தத் திசை நோக்கி இயங்குகிறது என்பதையும் பீசோ மீட்டர் மூலம் நிர்ணயம் செய்யலாம். இப்படிப்பட்ட அளவுக்கு பீசோ மீட்டர்களை பல்வேறு ஆழத்தில் வரிசையாக குறிப்பிட இடைவெளியில் அமைத்து அளவு எடுக்க வேண்டும். மேலும் பீசோ மீட்டர் நில நீர், பெரிய பாசன வாய்க்கால்களின் விளிம்புகளிலும், வடிகால் பக்கங்களிலும் எவ்வாறு ஊடுருவுகிறது என்பதையும் நிர்ணயிக்க உதவுகிறது. பீசோ மீட்டர்களின் அளவு 9 செ.மீ. முதல் 1·2 செ. மீட்டர் வரையினுலானது. அதிக அழுத்த நீரைக் கொண்டு, அதாவது 20-30 காற்று மண்டல அழுத்தத் தினல் அதிக ஆழமான துளையிட்டு பீசோ மீட்டரை அமைக்

கலாம். பீசோ மீட்டர் குழாயின் அடிப்பாகத்தில் மண் தங்காமல், நீர் தடங்களில்லாமல் உள்வரும்படி அமைக்க









படம் 21. பீசோ மீட்டரும் அளவைக் கிணறும்

வேண்டியது அவசியமாகும். படம் 21 பீசோ மீட்டர் அளவைக் கிணறு ஆகியவற்றின் அமைப்பை விளக்குகிறது

4. வடிகால் அமைப்புகள்

வடிகால் அமைப்புகளின் நோக்கங்களையும் அமைப்பு முறைகளையும் பொறுத்து அவற்றை மேல் வடிகால்கள் (surface drainage), கீழ் வடிகால்கள் (sub-surface drainage) எனப் பாகுபாடு செய்யலாம்.

தரை மீது தேங்கியுள்ள நீரை அகற்றுவதற்காக, தரை மட்டத்திலிருந்து திறந்த வெளியிலமைக்கப்படும் வடிகால்களை மேல் வடிகால்கள் எனவும், மண்ணில் சேர்ந்துள்ள நீரை அகற்ற அமைக்கும் ஆழமான வடிகால்களையும், தரைக்குக் கீழ் அமைக்கும் குழாய் வடிகால்களையும், கிணற்று வடிகால் களையும் கீழ்வடிகால்கள் எனவும் கூறலாம்.

தரை மட்டத்தில் தேங்கியுள்ள நீரை வடியத் தக்கபடி நிலத்தை ஓரளவு சரிவோடு சமன்படுத்தி, குறிப்பிட்ட அளவில் வாய்க்கால்கள் அமைத்து அவற்றின் வழியாக நீரை வடிக்கும் முறையை மேல் வடிகால் அமைப்பு என்பர். இந்த அமைப்பில் பெரும்பாலும் நீரை வெளியேற்றுவதற்கு நீர் இறைப்பி (pump) போன்ற சாதனங்கள் தேவைப்படா. ஆனால் மண்ணில் வேர்ப் பகுதியில் தேங்கியுள்ள நீரை மண்ணின் கீழ் அமைக்கப்படும் வடிகால்கள் மூலம், இயற்கையாக அமைந்துள்ள பள்ளங் களில் சேர்த்தோ, அல்லது சிறிய கிணறுகள் அமைத்து அவற்றில் சேர்த்து இறைப்பிகள் மூலம் இறைத்தோ அந்நீரை நிலத்தை விட்டு வெளியேற்றும் அமைப்பை கீழ்வடிகால்கள் என்பர்.

மேல் வடிகால்கள் அமைக்க ஆரம்ப மூதலீடு குறைவாக இருப்பினும், பராமரிப்புச் செலவைச் சேர்த்துப் பார்க்கும் போது, கீழ்வடிகால்களின் பலன் அதிகமாகவேயுள்ளது. கீழ் வடிகால்கள் மண்ணின் கீழ்ப் பகுதியிலுள்ள உப்புகள் மண்ணின் மேல்பகுதிக்குப் போகாதவாறு தடுத்து கீழ் நோக்கிச்

செல்வதற்கு உதவி செய்கின்றன. குறிப்பாக வெப்பப் பிர தேசத்தில் (arid region) பாசன வசதியமைத்த நிலங்களில் இந்த உப்புப் பிரச்சினை மிகவும் கடுமையாகவுள்ளது. பல்லாயிரக் கணக்கான ஏக்கர் நிலங்கள் பாசன வசதி கிடைத்த சில ஆண்டுகளில் உப்புகளினுல் பயனற்றுப் போய்விட்டிருக் கின்றன.

மேல் வடிகால்களை எளிதில், விரைவில் அமைக்கலாம். அவைகள் அதிக நீர் கடத்தும் திறனுள்ளவை. மேல் வடிகால் களின் ஆழத்தை அதிகரித்தால் மண்ணில் தேங்கியுள்ள நீரையும், உப்பின் பிரச்சினையையும் ஓரளவு குறைக்கலாம். ஆனுல் விவசாய வேலைகள் செய்ய இடைஞ்சலாக இருக்கும்; பயிர் செய்யும் நீர்ப் பரப்பினையும் சிறிதளவு குறைக்கின்றன. எதற்கும் மேல் வடிகால், கீழ்வடிகால் இவ்விரண்டில் எது சிறந்தது என்பதை அந்தந்த இடத்திலுள்ள எல்லாவகைப் பிரச்சினைகளையும் ஆய்வு செய்த பின்னரே முடிவு செய்ய வியலும்.

மேல் வடிகால்கள்

நிலத்தின் மேற்பகுதியில் தேங்கியுள்ள நீரை அகற்றி பயிர் களின் வளர்ச்சிக்குச் சாதகமான சூழ்நிலையை உண்டாக்குவதே மேல் வடிகால்களின் முக்கிய நோக்கமாகும். சரிவில்லாமல் ஒரே மட்டமாகவும், மிதமான நீர் புகும் சக்தியுள்ள (infiltration) தாகவும், குறைந்த நீர் கடத்தும் திறனுள்ள (permeability) தாகவும் மண்ணின் ஆழம் குறைந்து உள்ள நிலங்களில், அதிகப்படியான நீரோட்டம் (run - off) ஏற்படும். இந்நீரை குறிப்பிட்ட காலத்தில் வெளியேற்ருவிடின் பயிர் களுக்குச் சேதம் ஏற்படலாம். மேல் வடிகாலால் இந்த நிலையைத் தவிர்க்க முடியும்.

குறைந்த நீர் கடத்தும் திறனுள்ள மண்ணில், பாசன வசதி யோடு, மேல் வடிகால் வசதியையும் இணைத்துச் செயல்படுத்த வேண்டும். அதிகமாக அல்லது நிதானமின்றி (erratic) மழை பெய்யும் பிரதேசத்திலும். மேல் வடிகால்கள் அவசிய மாகின்றன.

மேல் வடிகால்களின் முக்கிய நோக்கங்கள்

1. நிலத்தின் மேற் பரப்பில் உண்டாகும் நீர்த்தேக்கத்தை அகற்றி, மண்ணில் மித மிஞ்சிய நீரை அதிக நேரம் தேங்காமல் பார்த்துக் கொள்வது.

2. குறிப்பிட்ட காலத்தில் மிகுதியான நீரைப் போக்கி பயிர்களுக்கேற்படும் சேதத்தைத் தவிர்ப்பது.

3. மண்ணரிப்போ, மண் படிதலோ ஏற்படாமல் மேற் கண்ட நோக்கங்களை நிறைவேற்றுவது.

மேல் வடிகால், கீழ் வடிகால் இரண்டும் இணைந்து செயல் படும்போது சில சந்தர்ப்பங்களில், சிக்கனமாகவும், சிறந்த முறையாகவும் அமைகின்றது.

மேல் வடிகால்கள் சிறந்த முறையில் இயங்க வேண்டு மென்றால் சரியான முறையில் வடிகால் பிரச்சினைகளை ஆய்வு செய்து, தெளிவான முடிவுகளை அடைய வேண்டும். மேல் வடிகால்கள் கீழ்க்கண்ட காரணங்களால் சரியாகச் செயல்பட மாட்டா. அவையாவன :

1. நீரை வெளியேற்றப் பயன்படுத்தும் கழிவு வாய்க்கால் அல்லது ஓடையின் நீர் கொள்ளும் திறன் குறைவாக விருத்தல் ;

2. நிலத்தின் மேற்பரப்பு மேடுபள்ளமாக இருப்பதால் வெளியேறும் நீரோட்ட அளவு குறைவாதல் ;

3. மண் கண்டங்கள் குறைந்த நீர் கடத்தும் திறனுடை யவைகளாயிருப்பதால் நீர் கீழ்நோக்கி இயங்குவது குறைவாதல்;

4. சாலைகள், பாலங்கள், வேலிகள், அணைகள் ஆகியவை நீரின் போக்கைத் தடுக்கவோ அல்லது குறைக்கவோ செய்யின், நீரோட்டம் தடைபடுதல்.

நிலத்தின் மேல் விழும் மழை நீர், மிகுதியான பாசனத்தால் ஏற்படும் கழிவு நீர், ஒட்டிய மேட்டு நிலங்களிலிருந்து வரும் நீரோட்டம் அல்லது கசிவு நீர், அதே நிலத்தில் ஓடும் பாசன வாய்க்கால்களின் கசிவு நீர் இவற்றை மேல்வடிகாலால் அகற்ற வேண்டும்.

மேல் வடிகால்களின் வேலையை இருவகையாகப் பிரிக் கலாம். (அ) பாதிக்கப்பட்ட நிலத்திலுள்ள நீரைச் சேகரித்து, அந்நிலத்திலிருந்து அகற்றுதல். இவ்வாறு வடிக்கும் முறையை விடுப்பு அல்லது உதவி வடிகால் முறை (relief drainage) என்பர்.

(ஆ) அண்டை நிலத்திலிருந்து, நீர் காப்பாற்றப்படும் நிலத்தினுள் வராமல், நிலத்திற்கு வெளியே கட்டுமானங்கள் அமைத்து நீரை வராமல் தடுப்பது. இம்முறையை (diversion drainage) மாற்று வடிகால் முறை என்பர்.

மேல் வடிகால் முறையை, மூன்று பாகங்களாகப் பிரிக்கலாம். குறிப்பிட்ட வேலை செய்வதைப் பொறுத்து இவ்வாறு பாகுபாடு செய்யப்பட்டுள்ளன. அவைகளாவன :

(1) சேகரிக்கும் பகுதி (collection system) நிலத்தைக் குறிப்பிட்ட முறையில் சமன் செய்தும், வாய்க்கால்கள் அமைத்தும் நிலத்திலுள்ள நீரைச் சேகரித்து வடிகால்களுக்கு எடுத்துச் செல்லும் பகுதி.

(2) கழிவுப் பகுதிகள் (disposal system) சேகரிக்கும் பகுதியிலிருந்து நீரைப்பெற்று, கழிவு முகத்திற்கு (outlet) எடுத்துச் செல்லும் பகுதி.

(3) கழிவுமுகம் அல்லது வெளிப்போக்கி (outlet) இது வடிகாலின் கடைசிப் பகுதியாகும். கழிவுப் பகுதியிலிருந்து வரும் நீரைப்பெற்று, [ஓடையிலோ, அல்லது பிரதான வடிகால் வாய்க்காலிலோ சேர்க்கும் பகுதியாகும்.

மேல் வடிகால் முறைகள்

ஏற்கெனவே கூறியதுபோல் மேல் வடிகால் முறையை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகள் : (1) மாற்று வடிகால் முறை (diversion drainage) (2) விடுப்பு அல்லது உதவி வடிகால் முறை (relief drainage).

மாற்று வடிகால்முறை

அண்டை நிலங்களிலிருந்துவரும் நீரைத் தடுத்து, வேறு பக்கம் திருப்பி, நிலத்தின் மேற் பரப்பிலோ, மண்ணிலுள்ளோ நீர்சேராமல் தடுக்கும் முறையாகும். மாற்றுக் கரைகள் (diversion ferrace), தடுப்பு வாய்க்கால்கள் (interception ditch) சம உயர வரப்புகள் (contour dikes) அமைத்து அண்டை நிலத்திலிருந்து வரும் நீரைத் திருப்பலாம் நீர் வரும் பகுதி, நிலத்தின் அமைப்பு (topography) மண்ணின் நீர் கடத்தும் குணங்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து, மாற்று வடிகாலின் முறையை நிர்ணயம் செய்யவேண்டும். கூடிய மட்டும் எல்லா

வித வடிகால் அமைப்பிலும், மாற்று வடிகால் முறையை கையாளச் சாத்தியக் கூறுகள் உள்ளனவா என ஆராய வேண்டும்.

விடுப்பு அல்லது உதவி வடிகால்

நிலத்தின் மேற்பரப்பில் தேங்கும் நீரைச் சேகரித்து நிலத்தி லிருந்து வெளியேற்ற உதவும் மேல் வடிகாலை விடுப்பு அல்லது உதவு வடிகால்கள் எனக் கூறலாம். இந்த முறையில் சேகரம் செய்வதற்கும், வெளியில் கடத்துவதற்கும் வேண்டிய வசதிகள் இருக்கவேண்டும். மண்ணின் குணங்கள், நில அமைப்பு நிலச் சரிவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து, அமைக்கப்படும் பண்ணை வாய்க்கால்கள் (field ditches) மூலம் நீரை நிலத்தின் மேற்பரப்பிலிருந்து சேகரம் செய்யலாம். நிலத்தின் மேற்பரப்பி லுள்ளமேடுபள்ளங்களைச் சமன்செய்தும் அதிகமானச் சரிவைக் குறைத்தும், வேண்டிய சரிவை உண்டாக்கியும், அவசியமான இடங்களில் சிறு வாய்க்கால் அமைத்தும் நிலத்தை வேண்டிய நிலைக்கு மாற்றும் செயல்களை நில நிரவல் முறைகள் (land forming) எனக் கூறலாம். பொதுவாக இந்த முறையில், நிலத்திலுள்ள மண்ணையே உபயோகித்து, மேல் பாகத்தில் அகற்றிய மண்ணை கீழ்ப் பாகத்தில் நிரப்பியும், நிலத்தின் மேற்பரப்பை பாசனத்திற்கும், வடிகாலுக்கும் உகந்ததாகச் செய்கிறோம், இம் முறைகளினால், பண்ணை வாய்க்கால்களின் அளவைக் குறைப்பதோடு, அவசியத்தையும் குறைக்கலாம்.

நில நிரவு முறைகள்
(Land Forming)

நிலத்தின் மேற் பரப்பிலுள்ள மண்ணை எந்த நோக்கத்திற் காக அகற்றுகிறோம் என்பதைப் பொறுத்து நிரவல் முறையைப் பாகுபாடு செய்யலாம். சுருக்கமாக அவை விளக்கப் பட்டுள்ளது.

1. சம மட்ட நிரவு முறை (Land Smoothening)

நிலத்தின் மேற் பரப்பை மேடு பள்ளமின்றி ஒரே மட்ட மாக நிரவுதலுக்கு சம மட்ட நிரவுமுறை என்பர். இம் முறையினால், நிலத்தின் சம உயரக் கோடுகளின் (contour lines) நிலை பொதுவாக மாறாது. ஆங்காங்குள்ள பள்ளங்களை நிரவி விடுவதால் நீர் தேங்கும் வாய்ப்புக் குறைந்து விடுகிறது. நீர்

வடிந்தோடுவதற்கு வேண்டிய சூழ்நிலை அதிகமாகிறது. நிலத்தை சம மட்டமாக நிரவியபின், நீரைச் சேகரிக்க, பண்ணை வாய்க்கால்கள் (field drains) அமைக்க வேண்டும். நிலத்தை நிரவும்போது, மண்ணின் ஆழத்தைப் பார்த்து பயிர்களின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்காத அளவிற்கு மண்ணை அகற்ற வேண்டும். சாதாரணமாக பார்வையிட்டே மேடு பள்ளங்களைக் குறித்துவிடலாம். மட்டக் கருவிகளை (levelling instrument) அதிகமாகப் பயன்படுத்த வேண்டியிராது.

2. சரிவு நிரவு முறை (Lond Grading)

நிலத்தின் மேற்பரப்பை, குறிப்பிட்ட ஒரே சரிவு கொடுத்து நிரவுவதற்கு சரிவு நிரவுமுறை எனப்பெயர். நிலத்தின் மேற் பரப்பில் நீர் விரைவில் வடிவதற்கும், பாசன வசதி அமைப்ப தற்கும் சரிவு நிரவுமுறை மிகச் சிறந்ததாகும். பள்ளங்களை நிரவி பக்கத்திலுள்ள மேட்டின் மண்ணையே உபயோகிப்பது முக்கியமாகும். பள்ளங்களை நிரவ வேண்டிய அளவு மண் கிடைக்காவிடில், சிறு பண்ணை வாய்க்கால் அமைத்து, அம் மண்ணைக் கொண்டு பள்ளங்களை நிரப்பலாம்.

தொடர்ந்து சரிவு அமைக்கும் அளவிற்கு வசதியில்லாத சம மட்டமான நிலங்களில், வாய்க்கால்களை இணையாக அமைத்து, வாய்க்கால்களிலிருந்து எடுக்கும் மண்ணை இடை வெளிகளில் பரப்பவேண்டும். இதனுல் செயற்கை வரப்புகள் உண்டாகின்றன. இவைகள் மிகவும் குறைந்த உயரத்துடன், மென்மையான வளைவுடன் பெரபோலா (parabola shape) வடிவுடையதாக அமையும். இந்த வாய்க்கால்களின் பக்கங் களை மிகவும் தாழ்த்த சரிவர அமைக்கவேண்டும்.

ஒரே சரிவாக நிரவப்பட்டாலோ. இணை வாய்க்கால்கள் அமைத்து நீரைச் சேகரித்தாலோ, சேகரம் செய்த நீரை எடுத்துச்செல்ல, நிலத்தின் கீழ்ப்பாகத்தில் பண்ணை வடி கால்கள் அமைக்கவேண்டும்.

3. படுக்கை வடிகால் (Bedding or crowning) :

இம்முறை மிகவும் பழமையானது. சரிவு குறைந்த நிலங் களிலும், மிதமான நீர் கடத்தும் திறனுள்ள மண்ணிலும் இம் முறை உபயோகத்திலிருந்து வருகிறது, இம் முறையில் வரிசையாக இணை வாய்க்கால்களையமைத்து வாய்க்கால்களுக் கிடையேயுள்ள நிலத்தில் குறுக்காக சிறு சிறு வாய்க்கால்கள் அமைக்கப்படும். இவ் வாய்க்கால்களின் நீர் இணை வாய்க்

கால்களில் சேறும். இணை வாய்க்கால்கள், பிரதான வடிகாலில் (main drain) வடியும். இணை வாய்க்கால்களுக்கிடையேயுள்ள நிலம் வாய்க்கால்கள் நோக்கி, இரு திசையிலும் சரிவாக இருப்பதால் மென்மையான வளைவுடன் பரபோல (parabola) வடிவுடையதாக இருக்கும். மற்ற முறைகளைச் சிக்கனமாக உபயோகிக்க முடியாத சந்தர்ப்பத்தில் இம் முறையைக் கையாளலாம். பண்ணை இயந்திரங்களை இந்நிலங்களில் உபயோகப்படுத்துவது கடினம்.

நுட்ப நிரவு முறை (Land levelling)

நுட்ப நிரவு முறையில், நிலத்தின் மேற்பரப்பைக் குறிப்பிட்ட சரிவுடன் மிகவும் துல்லியமாக நிரவவேண்டும். பொதுவாக பாசன முறையையும், வடிகால் முறையையும் இணைத்து சிறந்த அமைப்பு முறையாக்க இந்த நிரவுமுறை பெரிதும் பயன் படுகிறது. விரிவான நிலமட்ட அளவுகள் எடுக்கவேண்டும். இந்த நிரவு முறையைச் சரிவரச் செய்யச் சிறந்த அனுபவமுள்ள வர்கள் தேவை.

பண்ணை வாய்க்கால்கள்
(Field ditches)

மேல் வடிகால் முறையில், பண்ணை வாய்க்கால்கள் மிகவும் முக்கியமானவை. மேல் வடிகால் முறைகளைப் பொதுவாக,

(1) இணை வாய்க்கால் முறை (parallel system)

(2) பரவலான வாய்க்கால் முறை (Random system)

(3) மாற்று வாய்க்கால் முறை (Cross slope or diversion systems) எனப் பிரிக்கலாம்.

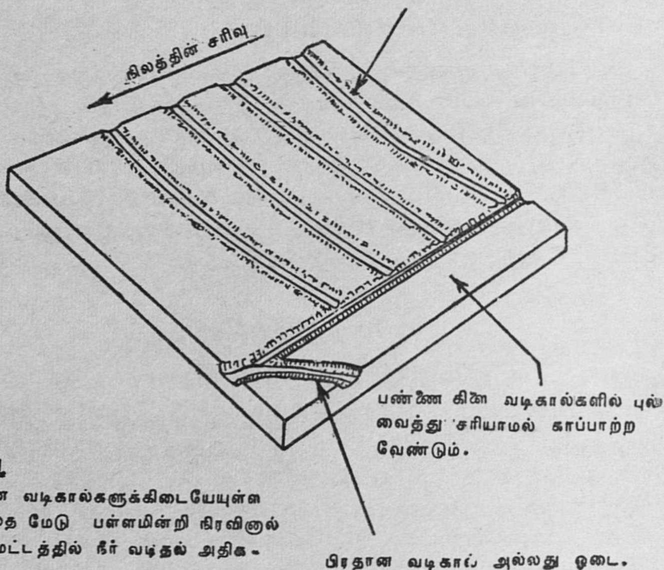
எந்த முறையைக் கையாண்டாலும், அவை :

(1) பண்ணை முறைகளோடு இணையவேண்டும்.

(2) நிலத்தை விட்டு நீர் வெளியேறும்போது, மண் ணரிப்போ, அல்லது மண் படிதலோ ஏற்படக்கூடாது

(3) நீரைக் கொள்ளும் திறன் வேண்டிய அளவிற்கு இருக்கவேண்டும்.

(4) உள்ளூரில் கிடைக்கும் கட்டுமான இயந்திரங்களைக் கொண்டு கட்டிப் பராமரிக்கத் திட்டமிடுதல் வேண்டும்,



படம் 22. மாற்று வாய்க்கால் முறை வடிகாலமைப்பு

இணை வாய்க்கால் முறை

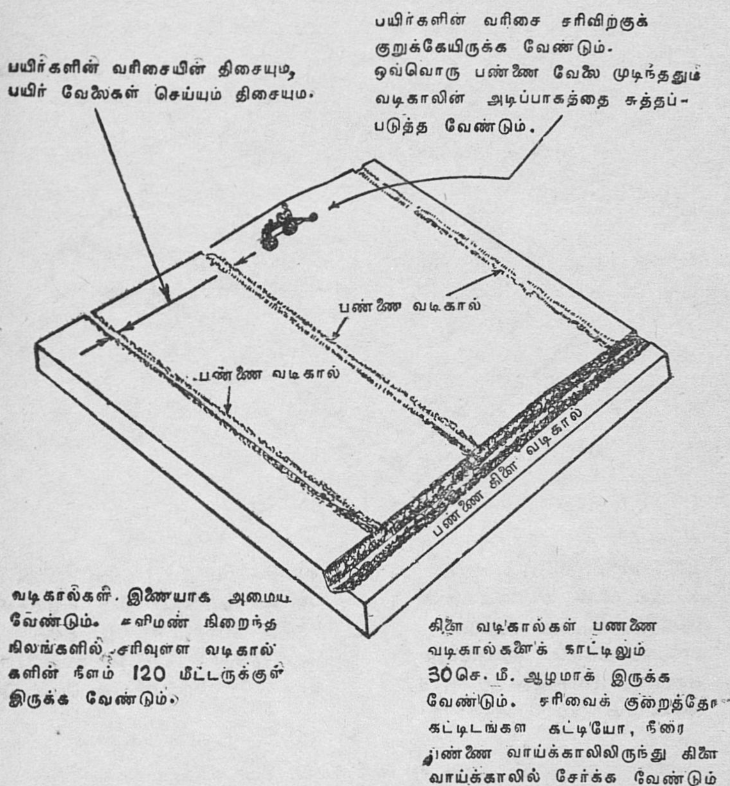
பொதுவாக இந்த முறையானது, சரிவு குறைந்த நிலத்திலும், குறைந்த வடிகால் திறன்கொண்ட மண்ணிலும், ஒரே நிதானமாக நீரை வடிகட்ட உபயோகமாகிறது. V, W வடிவுள்ளதாகவும், 10-க்கு 1 பக்கவாட்டு சரிவு கொண்டதாகவும், நிலத்தின் சரிவுக்கு குறுக்கு வசத்தில் இணையாகவும் அமைக்கப்படும். வாய்க்கால்களின் இடைவெளி ஒரேயளவுடையதாக இருக்கவேண்டுமென்பதில்லை.

பண்ணை வடிகாலும் பிரதான வடிகாலும், நிலத்தின் சரிவையொட்டியும், இணை வாய்க்கால்களைவிட ஆழமுடையதாக

இருக்கவேண்டும். இணை வாய்க்கால்களுக்கிடையேயுள்ள நிலத்தை நிரவி நீர் எளிதில் வடிய வசதியமைக்கவேண்டும். மண் அரிப்புத் தன்மை, நீர் போக்கும் திறன் இவற்றைப் பொறுத்து இணை வாய்க்கால்களின் இடைவெளி நிர்ணயிக்கப் படும். பொதுவாக 100 மீட்டரிலிருந்து 200 மீட்டர்வரை இடை வெளி விடலாம். படம் 22-a இந்த முறையை விளக்குகிறது.

பரவலான வாய்க்கால்கள்

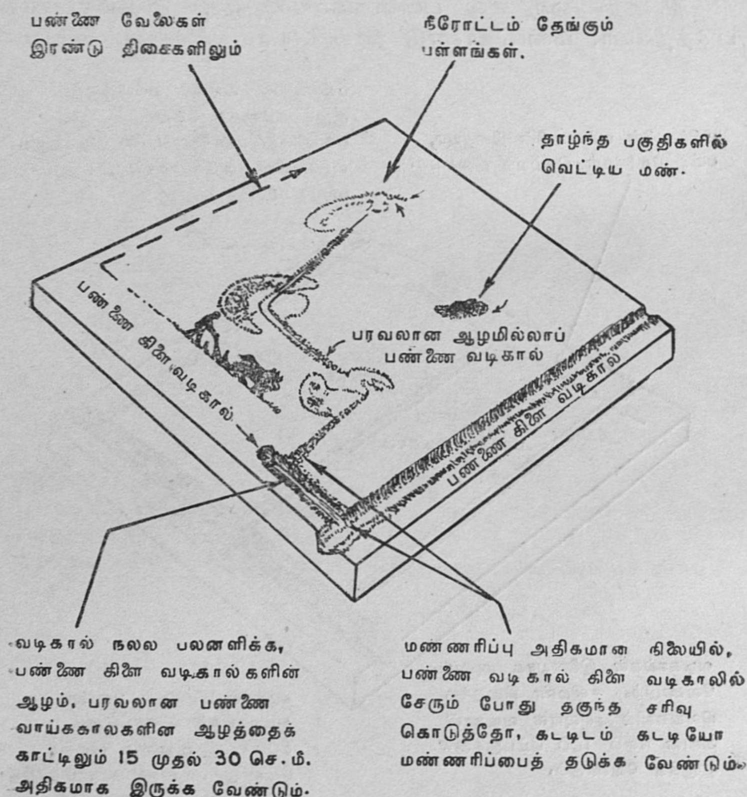
நிலத்தில் ஒரு சில பள்ளங்களிலிருந்து, நிலத்தை சமன் படுத்தியோ, மண்கொண்டு நிரப்பியோ சரிசெய்யமுடியாமல்



படம் 22-a இணை வாய்க்கால் முறை வடிகாலமைப்பு

இருந்தால், இம் முறையைக் கையாளலாம். பள்ளங்களையோ, அல்லது தாழ்ந்த இடங்களையோ, வாய்க்கால்களால் இணைத்துப்

பொதுவான வாய்க்கால்களில் சேர்த்து வடிகட்டவேண்டும் பரவலான வாய்க்கால்கள் 20–30 செ. மீ. ஆழமுடையதாகவும், 2·5 முதல் 3 சதுர மீட்டர் குறுக்களவுடையதாகவும், 10-க்கு 1 என்ற பக்கச் சரிவுடன் அமையவேண்டும், நிலத்தில் அதிக



படம் 23. பரவலான வாய்க்கால் முறை வடிகாலமைப்பு

மாகத் தேங்கியுள்ள நீரைக் குழாய் அடி வடிகாலில் சேர்ப்பதற்காகவும் செலவைவிட, குறைவான செலவிலேயே நீரைவடிக்க இது உதவுகிறது. வடிகால் திறன் குறைவான நிலத்தில், ஓரளவு நிறவுமுறையை உபயோகித்து நிலத்தை சமன்செய்து இலகு

வில் நீர்வடியும் நிலையை உண்டாக்குதல் சிறந்தது. இவ் வடிகால் முறையைப் படம் 23 விளக்குகிறது.

மாற்று வாய்க்கால் முறை

குளிர்ப் பிரதேசங்களில் (humid region) பல இடங்களில் வடிகால் வசதி குறைவாயுள்ள தாழ்ந்த நிலங்களுக்கு மேட்டு நிலத்திலிருந்து வரும் அதிகப்படியான நீரை வராமல் தடுத்து நீர்த் தேக்கத்தைத் தவிர்க்கலாம். மேட்டிலுள்ள நிலத்தின் சரிவின் கீழ்ப்பகுதியில் தகுந்த வாய்க்கால் அமைத்தோ, கரை போட்டோ, நீரை கீழுள்ள நிலத்திற்குப் போகாமல் தடுத்து, வெளிக்கடத்தலாம். மேட்டிலுள்ள நிலத்தின் நீரோட்டம், நீர்மட்ட நிலை இவற்றைக்கொண்டு தடுப்பு அல்லது மாற்று வாய்க்கால் முறைகளை அமைக்கவேண்டும். தடுப்பு வாய்க்காலானது அரிபட்ட மண் கீழுள்ள நிலத்திற்கு வராமல் தடுக்கிறது. வடிகால் பிரச்சினையை ஆரம்பத்திலேயே சரிகட்டி விடுகிறது. படம் 22 இந்த முறையை விளக்குகிறது.

கால்வாய்கள் (Open ditches)

கால்வாய்கள் பண்ணை வடிகால்களுக்கும் கீழ்வடிகால்களுக்கும் வெளிப்போக்கி (outlet)களாக அமைகின்றன. கால்வாய்கள் பொதுவாகப் பல பண்ணைகளிலிருந்து வரும் நீரை வடிக்க உதவுவதால் பரந்த நிலப்பரப்பிற்கு வடிகால் வசதியாக அமைகிறது. வடிகட்டும் நீரின் அளவு, மண்வளம், நிலத்தின் உபயோகம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து கால்வாய்களின் பலன்களைக் கணக்கிடவேண்டும்.

கால்வாய்கள் அமைக்குமுன்பு, வெளிப்போக்கு வசதி பள்ளங்கள், ஓடைகள், குளங்களின் நீர்மட்டம், நிலப்பரப்பு மண்ணின் வகைகள், நிலத்தின் மண்ணரிப்புக்கேதுவான நிலைகள், பாலங்கள், சாலைகள், ரயில்பாதைகள், வாய்க்கால்கள், பண்ணைகளின் எல்லைகள், நிலத்தில் விளைகின்ற பயிர்கள் போன்ற அம்சங்களை பரிசீலனை செய்யவேண்டும்.

வடிகால் தேவைகள்

தரைமட்டத்தில் வடியும் நீரையும், தரையின்கீழ் மண்ணிலிருந்து வடியும் நீர்களையும் பயிர்களுக்குத் தீமையுண்டாக்குமுன் எடுத்துச்செல்லும் திறனுடையதாக இருக்கவேண்டும். மேல்வடிகால்கள் உச்ச நீரோட்டத்தை (maximum run off) கடத்தும் அளவிற்கு அமைப்பது இயலாத காரியமாகும்.

காரணம் உச்ச நீரோட்டம் முழுவதையும் கொள்வதற்குப் பெரிய வாய்க்கால்கள் அமைக்கவேண்டும். பெரிய வாய்க் கால்கள் அதிக நிலத்தை அடைத்துக்கொள்வதோடு, அமைப் பதற்காகும் செலவும் அதிகமாகும். ஆகவே நல்ல மழை நாட் களிலும், வெள்ள நாட்களிலும் நீர் தற்காலிகமாகத் தேங்கி வடிய வேண்டியுள்ளது. வடிகாலின் அளவை கீழ்க்கண்ட அம்சங்கள் நிர்ணயிக்கின்றன.

(1) மழையின் அளவு, (2) நிலத்தின் பரப்பு, (3) நீரோட்டத் தைக் கட்டுப்படுத்தும் சரிவு மண், பயிர்களின் வளர்ச்சி நிலை, (4) மண்ணின் வளம், (5) நிலத்திலுள்ள பயிர், (6) பயிர் களுக்குத் தேவையான பாதுகாப்பு, (7) ஆறு, சிற்றோடை, குளங்கள் இவற்றில் வெள்ளக் காலங்களில் ஏற்படும் உச்ச நீர் மட்டம், அவற்றின் காலம், (8) பாசனமுள்ள நிலத்தில் உப்புகளைக் கழுவி வெளியேற்றவேண்டிய அவசியம்.

பொதுவாக வெள்ள நீரை 24 மணி நேரத்திற்குள் வடியச் செய்யவேண்டும். சில பயிர்கள் 24 மணி நீர்த் தேக்கத்தைத் தாங்காது. இச் சந்தர்ப்பங்களில் 6-12 மணி நேரத்தில் நீரை வடிக்கவேண்டும். 24 முதல் 48 மணி நேரத்தில் ஏற்படும் மழை (storm) அளவையும், 2 முதல் 5 வருட காலத்தில் திரும்பத் திரும்ப கிடைக்கும் உயர்ந்தபட்ச (2-5 years frequency of occurence) மழையின் அளவைக் கொண்டு கணக்கிட்டும், கால்வாய்த் திறனைக் கணக்கிட்டு அமைக்கும் வடிகால்கள் அநேகப் பயிர்களுக்கு வேண்டிய பாதுகாப்பையளிக்கும்.

கால்வாய்களின் நீர்ப் போக்கின் திறனைக் கணக்கிட கீழ்க் கண்ட சமன்பாடு பயன்படுகிறது.

$Q = CM^{5/6}$ இதில்

Q = ... நீரோட்டத்தின் அளவு விநாடிக்கு கன மீட்டரில் அல்லது கன அடியில்.

C = ... வடிகால் குணிதம்.

M = ... நீரோட்டத்தை உண்டாக்கும் நிலத்தின் பரப்பு சதுர மைலில்.

பொதுவாக எல்லாவித சமமட்டமான நிலங்களுக்கு 5/6 என்ற மதிப்பு பொறுத்தமான அளவாக உள்ளது. வடிகால் குணிதம் 'C'யைச் சரியாகத் தேர்ந்தெடுத்தால், 'Q'வின் மதிப்பு மேல் வடி

கால்களில் நீர் கொள்ளும் திறனை நிர்ணயிக்கிறது. 'C' - ன் மதிப்பு பருவகாலம், மண் குணங்கள், நிலத்தின் அமைப்பு, விளைவிக்கும் பயிர்கள் போன்ற பல அம்சங்களைப் பொறுத்துள்ளது. குறிப்பிட்ட பிராந்தியங்களுக்கு, 'C' - ன் மதிப்பை, அவற்றின் உபயோகத்தால் பயிர்களுக்குக் கிடைத்த பாதுகாப்பையும், பலன்களையும் ஆய்வு செய்து தகுந்தவாறு நிர்ணயம் செய்யவேண்டும். நமது நாட்டில் இன்னும் இவ்வகையான 'C' - ன் மதிப்பு நிர்ணயம் செய்து புள்ளி விவரங்கள் வெளியாகவில்லை. வடிக்கும் நீரின் அளவை 24 மணி நேரத்தில் வடிக்கும் நீர் எத்தனை அங்குலம் அல்லது செ. மீட்டர் எனக் கணக்கிட்டுக் கூறுவதுமுண்டு. இந்த அளவை வடிகால் குனிதம் (drainage coefficient) எனக் குறிப்பிடுகிறார்கள். இந்த அளவு (1/4 அங்குலத்திலிருந்து) 0·6 செ. மீட்டரிலிருந்து (4 அங்குலம்) 10 செ. மீட்டர்வரை மாறும். அநேக சந்தர்ப்பங்களில் (3/8 முதல் 2 அங்குலத்தையும்) (1 செ. மீ. முதல் 5 செ. மீ-யும் உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். இந்த அளவுகளை அந்தந்த இடத்தைப் பொறுத்து நிர்ணயம் செய்யவேண்டும்.

வடிகால்களின் அளவுகளை நிர்ணயம் செய்ய, மழை நீரோட்டத்தின் அளவை நிர்ணயிக்கவேண்டும். நம் நாட்டின் நிலைக்கேற்றவாறு நீரோட்டத்தை நிர்ணயம் செய்ய சமன்பாடு ஒன்றை, இந்திய அரசின் விவசாய இலாகாவிலுள்ள மண் வளப் பாதுகாப்பு, நீரியல் (hydrology & Sedimentation) பிரிவு உண்டாக்கியுள்ளது. இந்தியாவிலுள்ள முக்கியமான இடங்களிலுள்ள நீண்டகால மழையளவைச் சேகரித்து, தாவர வகைகளின் குணங்களையும் மண்ணின் குணங்களையும், இணைத்து சமன்பாடு ஒன்றை உருவாக்கியுள்ளார்கள். நீரியல் பிரிவில் தயாரித்த நீரியல் கையேடு (handbook of hydrology) மழையளவு நீரோட்ட அளவு சமன்பாட்டின்படி கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு அமைகிறது.

$$Q = \frac{(P - Ia)^2}{(P - Ia) + S}$$ இதில்

Q = நீரோட்ட நிலத்தின் மேலுண்டாகும் நீரோட்டத்தின் அளவு.

P = நீரோட்ட நிலத்தின் மேல் விழும் மழையின் அளவு.

S = நிலத்தில் சாரும் நீரின் அளவு (நீரோட்ட நிலத்தின் மேல் நிற்கும் நீரின் அளவாக)

Ia = ஆரம்ப நிலை நீர்சாரும் அளவு (initial abstraction) (நீரோட்ட நிலத்தின்மேல் நிற்கும் நீரின் அளவாக)

ஆரம்ப நிலை நீர்சாரும் அளவு (initial abstraction) மழை நிலத்தின்மேல் விழும் மரம் செடிகொடிகளால் தடுக்கும் அளவையும் மண்ணில் புகும் அளவையும், தரையில் தேங்கி நிற்கும் அளவையும் குறிக்கும். Ia-ன் அளவு, மண்ணின் நீரோட்ட அளவை உண்டாக்கும் அம்சங்களால் நிர்ணயிக்கப்பட வேண்டும். இந்தியாவின் நிலைக்கேற்றவாறு அநேகப் பிராந்தியங்களுக்கு Ia = 0·3s ஆகவும் கொண்டு, மழை நீரோட்டச் சமன்பாட்டை கீழ்க்கண்டவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

$$Q = \frac{(P - 0.3S)^2}{(P + 0{\cdot}7S)}$$

$$Q = \frac{(P - 0{\cdot}1S)^2}{(P + 0{\cdot}9S)}$$

மேற்கண்ட சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி நீரோட்டத்தைக் கணக்கிடுவதுபற்றி மிகவும் விவரமான விளக்கத்தை (Handbook of hydrology) நீரியல் கையேட்டிலும், இந்திய அரசின் விவசாய இலாகாவின் நீர் களிமண் பிரதேசங்களுக்கு Ia = 0·1S ஆகவும் நிர்வாகப் பிரிவில் தயார் செய்யப்பட்ட விவசாய நில வடிகால்-மேல்வடிகால், கையேட்டிலும் பார்க்கலாம். வாய்க்கால்களின் நீர்கொள்ளும் திறனை நிர்ணயம் செய்தவுடன் வாய்க்கால்களின் அளவுகளை நிர்ணயம் செய்ய வேண்டும்.

வாய்க்காலின் அளவைக் கணக்கிடுதல்
(Channel Design)

மேல்வடிகால்களின் நன்மைகள்

தரைமேல் தேங்கியுள்ள நீரை அகற்றுவதால் காற்று மண்ணில் சுலபமாக நுழைகிறது. இதனால் மண்ணில் உள்ள நுண் அணுக்கள் பெருகி பயிர்களுக்கு வேண்டிய சத்துப் பொருட்களை உண்டாக்குகிறது. பயிர்களின் வேர்களுக்கும், மண் நுண் கிருமிகளின் வளர்ச்சிக்கும் தேவையான பிராண வாயுவைக் காற்று கொடுக்கிறது. மழை நீர் மண்ணில் நுழையும் போது கரியமிலவாயுவை வெளியேற்றுவதால் சுத்தமான காற்று மண்ணுள் செல்லுவது சாத்தியமாகிறது. இவ்வாறு வடிகாலானது மண்ணிற்கு வேண்டிய காற்றோட்டத்தை உண்டாக்குகிறது.

நிலத்தின்மேல் உள்ள நீரை வடிகட்டி விடுவதால் மண்ணின் வெப்பநிலை உயருகிறது. இதனால் நுண்கிருமிகளின் செய்கைகள் அதிகமாகி தாவரங்களுக்கு வேண்டிய உணவு வகைகள் கிடைக்கின்றன. தரைமேல் நீர் தேங்காவிட்டால் சூரிய வெப்பத்தாலும், காற்றாலும் விரைவில் மண் காய்கிறது. ஆகவே மழைபெய்து சிறிது நேரத்தில் நிலம், உழவு, களை யெடுத்தல், அறுவடை செய்தல் போன்ற பண்ணை வேலைகள் செய்யத் தயாராகிவிடுகிறது.

முறைப்படி வடிகட்டிய நிலங்களில், பண்ணை வேலைகள் விரைவிலும், ஒரேமாதிரியாகவும் செய்யமுடியும். பண்ணை முழுவதுமே நல்ல மகசூல் கொடுக்கும்.

நீரோட்ட அளவு நிர்ணயம்

நீரோட்டத்தின் அளவை நிர்ணயம் செய்த பின் வாய்க்கால்களின் அளவுகளை நிர்ணயம் செய்யவேண்டும். அளவுகளை நிர்ணயம் செய்யும்போது கீழ்க்கண்ட விதிகளைக் கையாளவேண்டும்.

(1) வாய்க்காலின் நீரோட்டத்தின் நேர்வேகம் (velocity) வாய்க்காலை அரிக்கவோ, அல்லது மண்ணைப் படியவோவிடக் கூடாது.

(2) கணக்கிடப்பட்ட நீரைக் கொண்டுசெல்லும் திறனுடையதாக இருக்கவேண்டும்.

(3) நிலத்தை வடிக்குமளவுக்கு நீர் (hydraulic gradient) சக்திச் சரிவு குறைவாக இருக்கவேண்டும்.

(4) வாய்க்கால்களின் ஓரங்கள் இடிந்து விழாமல் நிலையாயிருக்கவேண்டும்.

வாய்க்காலின் நீரோட்ட நேர்வேகத்தைக் கணக்கிட மானிங் சூத்திரமும், குட்டர் சமன்பாடும் (Kutter's Equation) உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது.

நிலையான நிதானமான நீரோட்ட நேர் வேகம் மானிங் சூத்திரப்படி

$$v = \frac{1·486}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$ இதில்

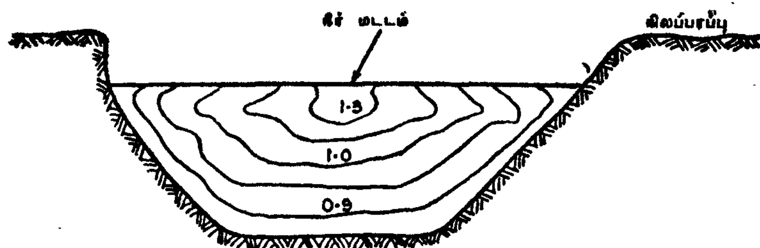
v = நீரோட்டத்தின் சராசரி நேர் வேகம்

R = A/P A = நீரோட்ட வாய்க்காலின் குறுக்களவு (cross sectional area of channel)

P = வாய்க்காலின் நனைந்த அளவு (Wetted Perimeter)

S – வாய்க்காலின் சரிவு

h = சொறசொறப்புக் குணிதம் (Roughness coefficient)

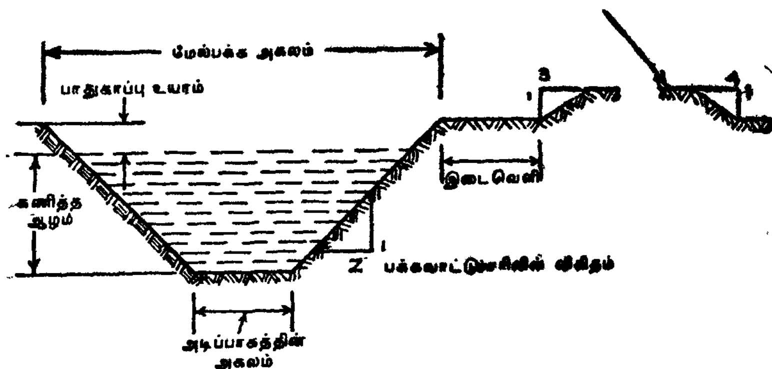


படம் 24. வாய்க்காலில் நேர்வேகத்தின் அளவுகள்

மானிங் சூத்திரம் சுலபமாக இருப்பதால் இதை தாராளமாக உபயோகப்படுத்த வருகிறார்கள். மானிங் சூத்திரத்தில் S-ன் மதிப்பு சென்டிமீட்டருக்கு 0·01 சென்டி மீட்டர் முதல் 0·0001 சென்டி மீட்டராகவும், R-ன் மதிப்பு 0·3-லிருந்து 10 மீட்டராகவும் இருக்கும். n-ன் மதிப்பு வாய்க்காலிலுள்ள தாவரத்தின் அடர்த்தி, உயரம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும் வாய்க்காலின் அடிப்பாகத்தின் சொறசொறப்பைப் பொறுத்தும் குறுக்களவு உருவ அமைப்பு R-ன் மதிப்பைப் பொறுத்தும் மாறும்.

அடிப்பக்கத்தில் அகலம் 1·6 முதல் 3·30 மீட்டர் வரையுள்ள நடுத்தரமான வாய்க்கால்களுக்கு n-ன் மதிப்பு 0·035 ஆகவும், 1·3 மீட்டர் அகலம் கொண்ட இன்னும் சிறிய வாய்க்கால்களுக்கு 0·04 மதிப்பும் திருப்தியான மதிப்புகளாகும்.

ஒரு வாய்க்காலில் எவ்வாறு நேர்வேகம் (velocity) அமைந்துள்ளது என்பதை கீழ்க்கண்ட படத்தில் காணலாம்.



படம் 24-a வாய்க்காலின் குறுக்களவுகள்

உச்சவேகம், வாய்க்காலின் மத்தியிலும், நீர் பரப்பிற்குக் கொஞ்சம் கீழேயும், குறைந்த வேகம் வாய்க்காலின் பக்க வாட்டில் அடிப்பக்கத்திலும் உண்டாவதைக் காணலாம். இந்த வாய்க்காலில் சராசரி வேகம் செகண்டுக்கு 1·10 மீட்டராகும். ஆகவே உச்ச வரம்பு, கீழ்வரம்பு இவற்றைப் பொறுத்து வாய்க்காலில் அரிமானம் உண்டாகாமலும், மண் தேங்காமலும் வேகத்தைத் தேர்ந்தெடுத்து அளவுநீரைக் கணக்கிட வேண்டும். கீழ்க்கண்ட அட்டவணை மேற்கூறிய விதிகளைக் கொண்டு கணக்கிடப்பட்ட நேர் வேகத்தையும் மற்ற நிபந்தனைகளையும் காட்டுகிறது.

அட்டவணை

வாய்க்காலில் நேர் வேகத்தின் அளவுகள்

அசல் மண்	வயதான வாய்க்கால்களில் உச்ச நேர் வேகம் (விநாடிக்கு மீட்டரில்)		
	சுத்தமான நீர்	நொய்மம் (colloidal) சேர்ந்த நீர்	மண், மணல் சரளை சேர்ந்த நீர்
மென்மணல், மணல் சார்ந்த குறுமண்	·45	·75	·45
குறுமண், வண்டல் சார்ந்த மென் மணல்	·60	·90	·60
நொய்மம் சார்ந்த களி, வண்டல் மண், மென்மையான சரளை	·75	1·5	0·60
சிறிது முரட்டு மண்	1·15	1·5	1·5
சரளை சேர்ந்த மண், இருக்கமான மண்	1·2	1·65	1·5

எங்கெல்லாம் வாய்க்கால்கள் வளைந்து போகின்றனவோ அங்கு உச்சவேகத்தை 25 சதவீதம் குறைத்துவிடவேண்டும். பொதுவாக சராசரி வேகம் செகண்டுக்கு 0·6 முதல் 1.0 மீட்டர் வரை உபயோகப்படுத்தலாம்.

வாய்க்காலின் ஆழம் 1·2 முதல் 1·8 மீட்டர்வரை இருக்கும். இந்த ஆழமானது 25 சதவீதம் free board-யும் சேர்த்துள்ளது. வாய்க்காலில் பொதுவான அமைப்பைப் படம் 24a-ல் விவரிக்கப் பட்டுள்ளது.

வாய்க்காலின் பக்கங்களில் சரிவு (side slope) மண்ணின் தன்மையைப் பொறுத்தும், இடிந்துவிழாமல் இருக்கும் தன்மையைப் பொறுத்தும் உள்ளது. பக்கங்களின் சரிவை மண்ணின் அணுப்பிணைவு (cohesion) அடர்த்தி (density) உராய்வுக் கோணம் (friction angle) இவற்றைக்கொண்டு கணக்கிடலாம். சாதாரணமாக, பீட், மக் போன்ற மண்ணில், நேர்க்குத்தாகவும், மணல்போன்று இருக்கமில்லா மண்ணிற்கு 3:1 (3 படுக்கை

வசம் ·1 நெட்டு வசம்) என்ற அளவையும் உபயோகப்படுத்து கிறார்கள். கீழ்க்கண்ட அட்டவணை பக்கவாட்டுச் சரிவுகளைக் காட்டுகிறது.

அட்டவணை

வாய்க்காலின் பக்கவாட்டுச் சரிவு
(Side slopes for open ditch)

மண்	பக்கவாட்டுச் சரிவு	
	1:2 மீட்டர் ஆழம் வரை உள்ள வாய்க்கால் களுக்கு	1·2 மீட்டர் ஆழத்திற்கு மேல் உள்ள வாய்க்கால் களுக்கு
பீட், மக் (Peat, Muck)	நேர்க்குத்து (vertical)	1/4:1
இறுக்கமான களி	1/2:1	1:1
களி அல்லது குறுமண்	1:1	½:1
மணல் சார்ந்த குறுமண்	1½:1	2:1
மணல்	2:1	3:1

மிகவும் ஒடுக்கமான வாய்க்கால்களுக்கு அதிக சரிவு கொடுக்க வேண்டும்.

வாய்க்காலின் ஆழம், சரிவு, பக்கவாட்டுச் சரிவு இவைகளை நிர்ணயித்தபிறகு, அடிப்பாகத்தின் அகலத்தைக் காண கீழ்க் கண்ட சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

$b = 2d + \tan\frac{Q}{2}$ இதில்

b = வாய்க்காலின் அடி அகலம் (bottom width)

d = ஆழம் (design depth)

Q = பக்கவாட்டுச் சரிவின் கோணம் (sideslope angle)

குறைந்தது அடிப்பாகத்தின் அகலம் 1·3 மீட்டராவது இருக்க வேண்டும். ஆனல் சில காரணங்களால் இந்த அளவைக் கடைபிடிக்க முடியாமற் போகலாம்.

வாய்க்கால் தோண்டிய மண்ணை கூடியமட்டும் நிலத்தில் பரப்பிவிடுவது நலமாகும். ஆனால், நீரைத் தடுக்கும் கரையாக அமைத்தாலோ அல்லது பாதைக்காக உபயோகப்படுத்தினாலோ வாய்க்காலிலிருந்து குறைந்தது 3·3 மீட்டர் தொலைவில் சேர்க்க வேண்டும். அப்படிப்போட்ட கரையின் பக்கச்சரிவு, வாய்க்கால் பக்கத்தில் 3:1 என்ற அளவிலும், மற்ற பக்கத்தில் 4:1 என்ற அளவிலும் இருக்கவேண்டும். இக்கரையானது நீரைத் தடுத்து திசைமாற்றும் நோக்கத்தோடு அமைக்காவிட்டால், குழாய்கள் அமைத்தோ, கரையில் இடைவெளி விட்டோ நீரைப் பத்திரமாக வாய்க்காலில் சேர்க்கவேண்டும். வெட்டியெடுக்கப் பட்ட மண் மறுபடியும் வாய்க்காலைப் புதைக்காமலோ பக்கங்களைக் குலைக்காமலோ இருக்கும்படிப் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும்.

வாய்க்காலை எங்கு அமைப்பது என்ற நிர்ணயம் செய்வது அனுபவத்தையும், நல்ல முடிவு செய்யும் திறனையும் பொறுத்துள்ளது. பொதுவாக, வாய்க்கால்களை நேராகவும், திசை மாறும்போது குறைந்த வளைவு கொடுத்தும் அமைக்க வேண்டும், கீழ்க்கண்ட அம்சங்களையும் மனத்தில் கொள்ள வேண்டும். (1) பண்ணையின் எல்லையை ஒட்டி, பண்ணை யந்திரங்களைப் போக்குவரத்துச் சௌகரியத்தை உண்டாக்குவது, (2) இயற்கையாகவே அமைந்துள்ள பள்ளங்கள், சிறு வாய்க்கால்கள் இவைகளை ஒட்டியும் அமைக்கும் சாத்தியம், (3) வாய்க்கால்கள் அமைக்க ஆகும் நிலத்தின் விலை, (4) குறைந்த நீளமுள்ள வாய்க்கால், (5) நல்ல மண்ணின் குணங்களைக் கொண்ட பாதையமைப்பு.

பிரதான வாய்க்காலோடு மற்ற பண்ணை வாய்க்கால்கள் வந்து சேரும்போது, ஏற்படும் நீரின் சலசலப்பால் வாய்க்காலின் பக்கங்களோ, கரைகளோ, அரிக்கப்படாமலிருக்க வேண்டும். இரண்டு வாய்க்கால்களும் சேரும் இடத்தில் உண்டாகும் கோணம் (angle) 30° ஆகவும் போகப் போக வேண்டிய கோணத்திற்கு அமைத்துக்கொள்வதும் மண் அரிமானத்தைக் குறைக்கும்,

மேல் வடிகால் வாய்க்கால்களில் இரண்டு வகையான தடுப்பு அணைகள் கட்டப்படுகிறது. ஒன்று வாய்க்காலில் குறிப்பிட்ட அளவு நீர் மட்டத்தை தொடர்ந்து நிறுத்தி வைக்கவும், மற்றொன்று வாய்க்காலில் குறிப்பிட்ட நிலையான சரிவை உண்டாக்கி, மண் அரிமானம் ஏற்படாமலிருக்கக்

கட்டும் டிராப் ஸ்பில்லே, சூட் (drop-spullway, chute) போன்ற அணைகளாகும். சிமெண்ட் கான்கிரீட் கொண்டு கட்டும் பலமான கட்டடங்கள் முதல், மணல் மூட்டை மரக்கட்டை கொண்டு அமைக்கும் தடுப்பு முறைகள் வரை பழக்கத்தி லிருக்கின்றன.

கட்டுமானம்

வாய்க்கால்களைப் பொதுவாக மேலைநாடுகளில் இயந்திர உதவிகொண்டு அமைக்கிறார்கள். இயந்திரங்களை உப யோகிக்க முடியாத இடங்களில் வெடிமருந்து உபயோகப் படுத்தியும் அமைக்கிறார்கள். பொதுவாக இயந்திரங்களை உபயோகப்படுத்தி இலாபகரமாகவும், விரைவாகவும் வேலை செய்து முடிக்கலாம். எக்ஸவேட்டர்கள் (Excavators), கிரே டர்கள் (Graders), ஸ்கிரேப்பர்கள் (Scrapers), புல்டோசர்கள் (Bulldozers) போன்ற இயந்திரங்களை உபயோகப்படுத்தலாம். எந்த வேலைக்கு, எந்த சூழ்நிலையில் மேற்கண்ட இயந்திரங்களை உபயோகப்படுத்த வேண்டுமென்பதற்கான விவரங்களை கட்டுமான நூல்கள் (Construction Hand Book) மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம்.

பராமரிப்பு

வடிகால்கள் தொடர்ந்து நல்ல முறையில் செயல்பட காலா காலத்தில் தகுந்த பராமரிப்பு முறைகளைக் கையாள வேண்டும். தகுந்த பராமரிப்பு இல்லாவிடில் பெரிய வடிகால் அமைப்புகளும் 10 ஆண்டு காலத்தில் புதைந்து பலனற்றதாக மாறி விடுகின்றன. சில சமயங்களில் பராமரிப்புச் செலவு, கட்டுமானச் செலவைக் காட்டிலும் பல மடங்காகி விடுகிறது.

வாய்க்கால்கள் கீழ்க்கண்ட காரணங்களால் பழுதடைந்து விடுகின்றன. (1) வாய்க்காலில் மண் படிவது (sedimentation), (2) அதிக அளவு புல் வளருவது, (3) பக்கவாட்டிலும், அடிப் பக்கத்திலும் மண் அரிப்பு ஏற்படுதல், (4) நிலத்தை (water shed) தவறான முறையில் உபயோகித்தல், (5) வாய்க்காலை தவறான இடத்திலமைத்தல், (6) தவறான ஆழம், (7) பாலங்கள் (culvert) ஆகியவைகள் போதிய அளவு திறனில்லாமை (8) சரியாகப் பராமரிக்க வேண்டிய அளவிற்குச் சட்ட ரீதியான ஏற்பாடுகள் இல்லாமை, (9) பொதுவாகப் பராமரிக்க வேண்டிய உற்சாக மின்மை.

பராமரிப்பு முறைகளை, தடுப்பு முறைகளாகவும், திருத்தல் முறைகளாகவும் பிரிக்கலாம். எவ்வளவு நல்ல முறையில்

அமைப்புகள் வரைந்து கட்டுமானம் செய்தாலும் பராமரிப்பு மிகவும் அவசியமாகும். மாற்று வாய்க்கால்கள் (diversion ditches) வண்டலைத் தேக்கும் பள்ளங்கள் (sedimentation basins) போன்ற அமைப்புகள், வாய்க்கால்களைச் சுத்தம் செய்யும் வேலையின் அளவை வெகுவாகக் குறைக்கின்றன. மரங்கள், செடிகள், புல்கள் போன்ற அநாவசியமான தாவரங்கள் வாய்க்கால்களின் ஓரத்தில் உண்டாகாமல் பார்த்துக் கொள்வது முக்கியமான தடுப்பு முறையாகும். அநாவசியமான புல் பூண்டுகள் வாய்க்காலில் உண்டாவதால், வாய்க்காலின் திறன் 75 சதவீதத்திற்கும் குறைக்கப்படுவதாகத் தெரிகிறது. ஆகவே இவற்றைக் கொல்லும் இரசாயன மருந்துகளை உபயோகப்படுத்தியும், அவைகள் காய்ந்திருக்கும் சமயத்தில் தீயிட்டும் இந்த பிரச்சினையைக் குறைக்கவேண்டும். கால்நடைகளை மேயவிடும்போது மிகவும் கவனக்குறைவால் வாய்க்காலின் ஓரங்கள் இடிந்துவிட ஏதுவாகும். மண் பாதுகாப்பு முறைகளைக் கொண்டு மண்ணரிமானத்தைத் தவிர்த்தால் வாய்க்கால்கள் பாதிக்கப்படா.

முதன் முறையாக வாய்க்கால் அமைத்த பின்பு, அது எவ்வாறு வேலை செய்கிறது என்பதைப் பார்த்து குறுக்களவு, படுக்கைச் சரிவு, ஓரச் சரிவு, குறுக்கணைகளின் அளவுகள் இவற்றை வேண்டிய அளவிற்கு மாற்றியமைக்கவேண்டியிருக்கும். இடிந்துபோன ஓரங்களைச் சரிசெய்து, நிலையான சரிவிற்கு மாற்றவேண்டும். குறுகலான வளைவுகளைச் சரிசெய்யவேண்டியிருக்கும். வாய்க்காலை அகலப்படுத்தி, அணையின் வாயினை அகலப்படுத்த வேண்டியிருக்கும். எங்காவது அரிமானம் அதிகமாக ஏற்பட்டால் அங்குக் குறுக்கணை கட்டவேண்டும். தொடர்ந்து வாய்க்காலில் சேரும் வண்டல் மண்ணையும் புல் பூண்டுகளையும் அகற்றிக்கொண்டே யிருக்கவேண்டும்.

கீழ் வடிகால்கள்
(sub-surface drains)

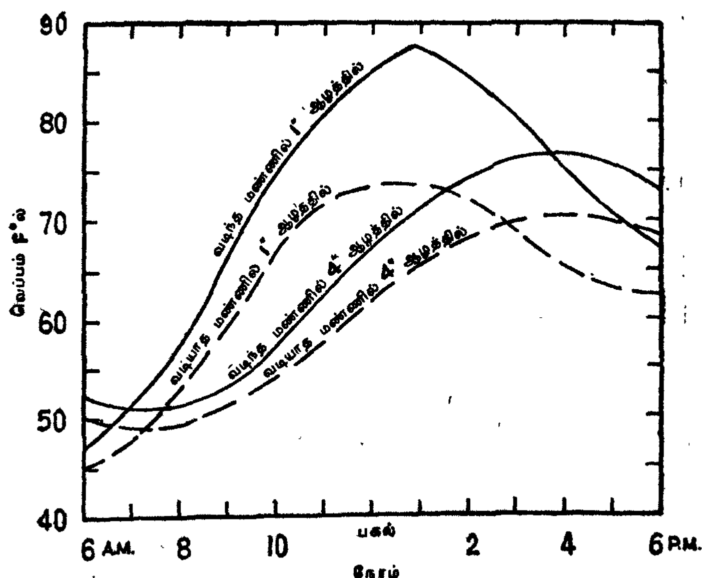
நோக்கம்

மண்ணிலுள்ள தனித்தியங்கும் (free water) நீரை அகற்றி, நீர் மட்டத்தை (water-table) தாழ்த்தி, பயிர்களின் வளர்ச்சிக்குச் சாதகமான நிலையையுண்டாக்க கீழ்வடிகால்கள் உதவுகின்றன. பயிர்களின் வகைகளையும், அவற்றின் வேர்கள் பரவியிருக்கும் ஆழத்தையும், மண்ணில் நீர் கடத்தும் திறனையும் (permeability) மண்ணின் நுண்குழாய்களினமைப்பை

(capillary) பொறுத்தும், வடிகால்களின் ஆழம், நீரை அகற்றும் வேகம் இவைகள் நிர்ணயம் செய்யப்படுகின்றன. பாசன வசதியுள்ள வெப்பப் பிரதேசத்தில், மண்ணின் உப்புத்தன்மை, உலர் தன்மை இவற்றைக் கட்டுப்படுத்துவது முக்கியமான நோக்கமாகும்.

நன்மைகள்

இயற்கையான வடிகால் வசதியில்லாத நிலங்களில் செயற்கை முறையில் வடிகால் அமைத்தபின் அவைகள் உலகத்திலேயே உயர்தர விளைச்சல் நிலங்களாக மாறியுள்ளன. குறிப்பாக. கீழ்வடிகால்களின் நன்மைகளாவன: (1) வேர்களின் வளர்ச்சிக்கும், நுண்அணுக்களின் கிரியைகளுக்கும் வேண்டிய காற்றேட்டம் கிடைத்தல், (2) பயிர்களின் வளர்ச்சிப் பருவம் கூடுதல் உண்டாதல், (3) மண்ணின் பண்பு (tilth) மோசமான நிலைக்குப் போகாமலிருக்க அதிக சந்தர்ப்பமளித்தல், (4) உழவு, விதைத்தல், அறுவடை செய்தல் போன்ற வேலைகளைக் குறைந்த ஈரப்பதத்தில் செய்யும் வாய்ப்பு அதிகரித்தல், (5) பயிர்களுக்காக உப்புக்களை நீக்குதல் மேற்கண்ட நன்மைகளால் விவசாய உற்பத்தி கீழ்க்கண்டவாறு அதிகமடைகிறது. (1) விளைநிலத்தின் பரப்பு கூடுதலாகிறது.



படம் 25. வடிகாலும் மண்ணின் வெப்ப நிலையும்

(2) பயிரின் விளைச்சல் அதிகரிப்பதோடு மகசூலின் தரமும் அதிகமாகிறது. (3) நல்ல விவசாய முறைகளைக் கையாள வாய்ப்புகள் கூடுகின்றன. (4) பயிர்களின் நடவு, அறுப்புக் காலங்களை வரையறுக்க முடிகிறது. (5) இயந்திரங்களை நல்லபடி உபயோகிக்க முடிகிறது.

மழைக்காலத்தில், நீர் மட்டம் உயர்ந்திருப்பின் பயிர்களின் வேர் வளர்ச்சி குறைவாகிறது. இதே நிலத்தில் வெட்ப காலத்தில் நீர் மட்டம் தாழ்ந்து விடுகிறது. குறைந்த வேர் வளர்ச்சியுள்ள பயிர்களுக்கு வேண்டிய நீர் கிடைக்காமல் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுகிறது.

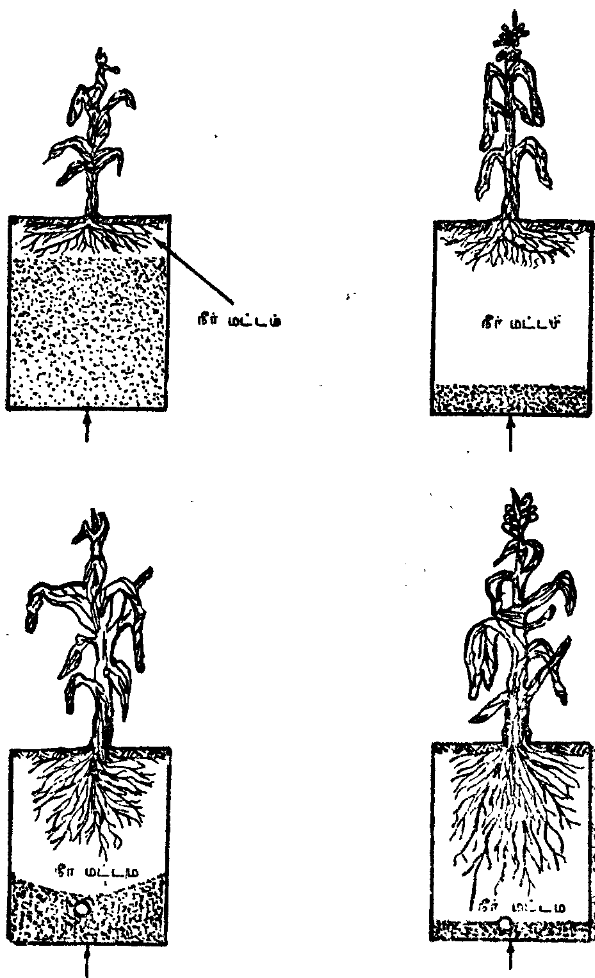
நீர்நிலை தாழ்ந்துள்ள நிலங்களில் வேர்களின் வளர்ச்சி அதிகமாயிருப்பதால், கோடைகாலத்திலும் பயிர்கள் பாதிக்கப் படுவதில்லை.

மண்ணின் வெப்பநிலை வடிகாலினல் எவ்வாறு பாதிக்கப் படுகிறது என்பதை படம்-25 விளக்குகிறது. வடிகால் உள்ள மண்ணிலும், வடிகாலில்லாத மண்ணிலும், 2·5, 10 செ. மீ. ஆழங்களில் வெப்பம் அளவிடப்பட்டது. வடிகால் அமைக்கப் பட்ட மண், வடிகாலமைக்காத மண்ணைக் காட்டிலும், 2·5, 10 செ. மீ. ஆழங்களில், 13·7°, 6·2° அளவு அதிகமாக வெப் பத்தைக் காட்டுகிறது. 2·5 செ. மீ. ஆழத்தில் அதிக வெப்ப மிருப்பது, விதைகள் முளைப்பதற்கு மிகவும் உகந்ததாகும். ஈர மண்ணுக்கும், காய்ந்த மண்ணுக்கும் உள்ள சுய வெப்ப எண் (specific heat), வெப்பம் கடத்தும் திறன் (thermal conductivity), நீராவியாகுதல் (evaporation) ஆகியவைகள் வித்தியாசப்படுவதால், வடித்த மண்ணுக்கும், வடியாத மண்ணுக்கும் வெப்ப வித்தியாசங்கள் உண்டாகின்றன. எல்லாவித மண்களின் சுய வெப்ப எண்கள் 0·2 ஆகவும் நீரின் சுயவெப்ப எண் 1·0 ஆகவும், மண்ணின் வெப்பம் கடத்தும் திறன் நீரின் திறனில் 1/3–லிருந்து 1/2 பாகமாகவுமிருக்கிறது.

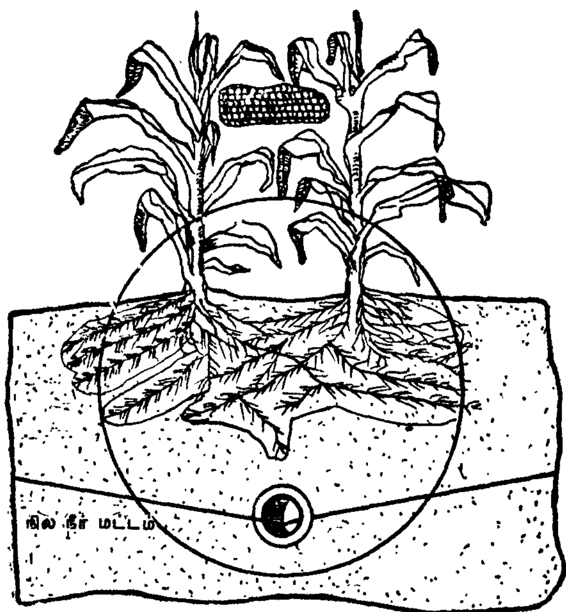
பலன் கொடுக்கும் வளமுள்ள நிலத்தில் வடிகாலமைத்தால் தான் வடிகாலமைப்பின் பயனை அடையமுடியும். சில சமயங் களில் வடிகாலமைப்பினுல் கிடைக்கும் நிகரலாபம், செய்த செலவைவிடக் குறைவாயிருக்கும்.

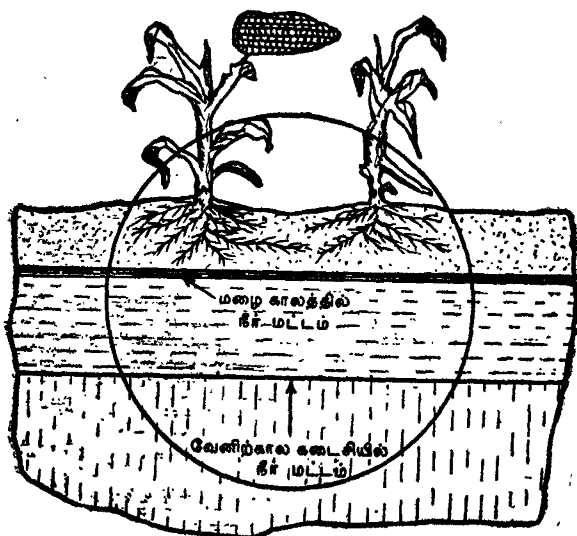
பூமியின் கீழ் படுக்கை வசமான நீர்ப் போக்கிகளை உண்டாக்கி, அவற்றின் வழியாக நீரைத் தகுந்த வெளிப்

போக்கிமூலம் நிலத்தை விட்டுக் கடத்துவதற்குச் செயற்கைக் கீழ்வடிகால் எனப் பெயர். ஆரம்ப காலத்தில் ஆழமான, குறுகலான வாய்க்கால்களை வெட்டி கீழ் வடிகாலமைத்தார்கள். பண்ணை இயந்திரங்கள், கால்நடை இவற்றின் போக்குவரத்திற் கிடைஞ்சலாக இருந்ததால், பெருங்கற்கள், மரக்கட்டைகள், குச்சிகள் போன்றவற்றை வாய்க்காலின் கீழ்ப்பகுதியில் போட்டு மண்ணால் மூடி வந்தனர். தற்போது களிமண், கான்கிரீட் பைப்புகளாலும், துளைப் போடப்பட்ட பைப்புகளாலும்



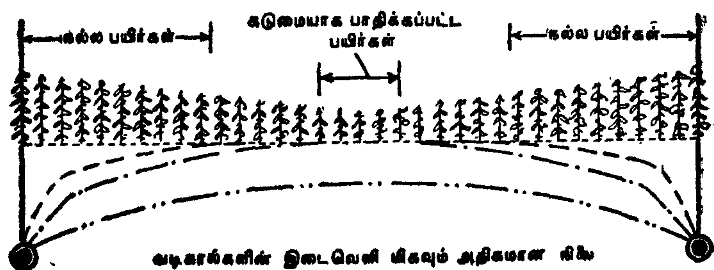
படம் 26. நீர் நிலையும் பயிர் வளர்ச்சியும்





படம் 27. குழாய் வடிகால்களின் தன்மைகள்





படம் 28. கீழ்வடிகால்களின் நன்மைகள்

வளை (mole drain) வடிகால்களாலும் கீழ் வடிகால்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. மற்றும் இரும்புக் குழாய்கள், பிட்டுமினிஸ் (Bituminus Fibre) பைப்பர் குழாய்கள், பிளாஸ்டிக் குழாய்களும் வடிகாலமைக்க உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன. அதிகமான பளுவைத் தாங்க வேண்டிய இடங்களில் இரும்புக் குழாய்களை உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். பிரத்தியேகமான உபயோகத்திற்கு பிளாஸ்டிக் குழாய்கள் உபயோகமாகும். 5 செ. மீ. விட்டமுள்ள, 1·25 மி. மீ. கனமுள்ள பாலித்தீன் பைப்பை உபயோகப்படுத்தியிருக்கிறார்கள். இந்தக் குழாய்கள் சரிவு 0·5%-ம் அதற்கு மேலும் உள்ள நிலங்களில், குறைந்த நீர் வடிகட்ட உபயோகப்படுத்தலாம். அதிக நீளமான வடிகால்களுக்கு இதை உபயோகப்படுத்துவதில்லை. களிமண், கான்கிரீட் குழாய்களின் செலவு அதிகமாயிருந்தால் பிளாஸ்டிக் குழாய்கள், பிட்டுமினஸ் பைப்பர் குழாய்களை உபயோகிக்கலாம்.

குழாய் வடிகால் அமைப்பில், குழாய்களை எவ்வாறு புதைப்பது என்ற திட்டம், தகுந்த வெளிப்போக்கினைத் தேர்ந்தெடுத்தல், குழாய்கள் அமைக்கும் ஆழம், குழாய் வடிகால்களுக்கிடையேயுள்ள தூரம், குழாயின் நீளம், விட்டம், குழாய்களின் தரம், பலம் இவற்றை நிர்ணயம் செய்யவேண்டும். இவற்றோடு,

தகுந்த உட்போக்கி (inlet) வெளிப்போக்கி (outlet) ஆகியவற்றின் அமைப்பையும் நிர்ணயம் செய்யவேண்டும். கீழ் வடிகால்களின் நன்மைகளைப் படங்கள் 26, 27, 28 விளக்குகின்றன.

கீழ் வடிகால் அமைப்பு வகைகள்

கீழ் வடிகால் எவ்வாறு வேலை செய்கின்றன என்பதைப் பொறுத்து அவற்றை (1) உதவி அல்லது விடுப்பு வடிகால்கள் (Relief drains) என்றும், (2) மாற்று அல்லது தடுப்பு வடிகால்கள் (Interception drains) என்றும் இருவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

நிலத்தின் நீர்மட்டத்தை வேண்டிய அளவிற்குத் தாழ்த்த உதவி வடிகால்களும், குறிப்பிட்ட நிலத்தில் நீர்வந்து சேராமல் தடுத்து வேறு இடத்திற்கு மாற்றியனுப்புவதற்கு மாற்று வடிகால்களும் பயன்படுகின்றன.

உதவி வடிகால்களை அமைப்பு முறைப்படி திறந்தவெளி வடிகால் (open channel) எனவும், புதைவடிகால் (buried drains) எனவும் வகைப்படுத்தலாம்.

திறந்தவெளி வடிகால்கள்

குறிப்பிட்ட ஆழத்திற்கு வாய்க்கால்கள் அமைத்து. தரைமேலுள்ள நீரையும், மண்ணிலுள்ள நீரையும் வடிகட்டலாம். இவற்றை திறந்தவெளி வடிகால்கள் எனக் கூறலாம். இவ்வடிகால்களின் நீர் கொள்ளும் திறன் அதிகமாகையால், சரிவு குறைந்த, பரந்த நிலப்பரப்பில் கையாளப்படுகின்றன. இவ் வடிகால்கள் அமைக்க செலவு குறைவாகும். மேலும் ஆய்வு செய்வதும் எளிது. புதை வடிகால்கள் அமைக்கமுடியாத நிலங்களில் இம்முறை சிறந்ததாகும்.

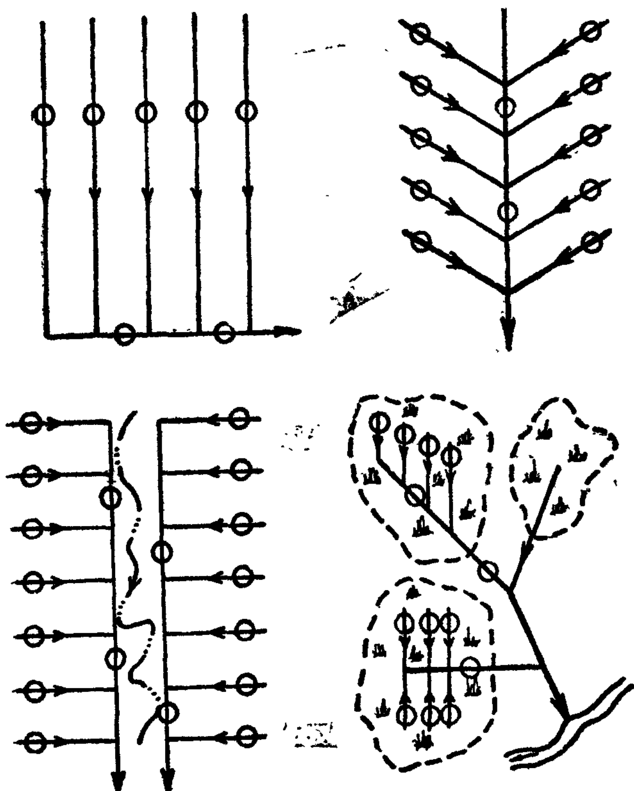
இருப்பினும் திறந்தவெளி வடிகால்கள், பயிர் செய்யும் நிலங்களை அடைத்துக்கொள்கின்றன. இதனால் பயிர்செய்யும் நிலப்பரப்புக் குறைகிறது. அடிக்கடி பராமரிப்புச் செய்ய வேண்டியதிருப்பதால், பராமரிப்புச் செலவு அதிகமாகும்.

புதை வடிகால்கள்

மண்ணுள் குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் குழாய்களை புதைத்தோ, குழாய் போன்ற அமைப்புகளை உண்டாக்கியோ, மண்ணிலுள்ள நீரைவடிகட்ட உதவும் அமைப்புக்கு புதை வடிகால்கள்

எனப் பெயர். களிமண், கான்கிரீட், இரும்பு, பிளாஸ்டிக் போன்றவைகளாலான குழாய்களைப் புதைவடிகாலுக்குப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. நல்ல முறையிலமைக்கப்பட்ட புதை வடிகால்களுக்குப் பராமரிப்பு அதிகம் தேவையிராது. விவசாய நிலம் வீணாவதில்லை. விவசாய வேலைகள் செய்வதற்கு இடை யூறுகளில்லை. ஆகவே இவ்வமைப்பை விவசாயிகள் மிகவும் விரும்புகின்றனர்.

உதவி வடிகால்களை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். (1) இணைமுறை அமைப்பு (parallel system), (2) மீன் முள்



படம் 29. வடிகால் முறைகள்

அமைப்பு (Herringbone system), (3) பரவல்முறை அமைப்பு (Random system), (4) இரட்டை முறை அமைப்பு (Double-main system) மேற்கண்ட முறைகளைப் படம்-29 விளக்குகிறது.

1. இணைமுறை அமைப்பு

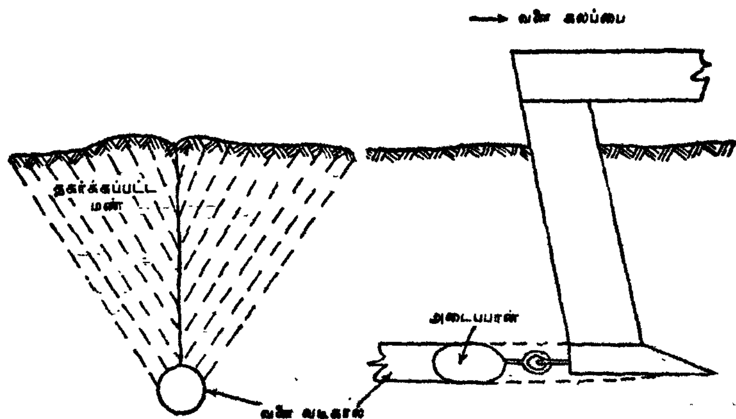
இம் முறையில் கிளை வடிகால்கள் (laterel drains) ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைந்து, பிரதான வடிகாலில் 90°-ல் சேருகின்றன. சரிவு குறைந்த நிலங்களிலும், ஒரே நிதானமான நீர்கடத்தும் திறன்கொண்ட நிலங்களிலும், வடியும் நீர் ஒரே நிதானமாக இருப்பதால், இம்முறை மிகவும் பொருத்தமானதாகும்.

2. மீன்முள்முறை அமைப்பு

படத்தில் காட்டியவாறு, கிளை வடிகால்கள் பிரதான வடிகாலோடு 90°-க்குக் குறைந்த கோணத்தில் சேருகின்றன. நிலத்தில் இருபுறத்திலும் சரிவு உள்நோக்கி, நடுவில் பள்ளமாக உள்ள நிலையில் இம்முறை கையாளப்படுகிறது. பள்ளத்தில் பிரதான வடிகால் அமைத்து இருபக்கங்களிலும் கிளை வடிகால்கள் அமைத்து நீரை பிரதான வடிகாலில் சேர்க்கவேண்டும். மற்ற முறைகளோடு, இம் முறையையும் இணைந்து அமைக்கலாம்.

3. பரவல் முறை அமைப்பு

நிலத்தில் ஆங்காங்குள்ள பள்ளங்களையும், ஈரப்பதமான நிலங்களையும் வடிப்பதற்கு இம்முறை பயன்படுகிறது. ஆங்காங்கு தேவையுள்ள பாகத்தில் இணைமுறைஅமைப்பு அல்லது மீன் முள் அமைப்புமூலம் நீரை வடித்து, பிரதான வடிகாலில்



படம் 30. வளைவடிகால்

சேர்க்கலாம். மேடு பள்ளங்கள் அதிகமாகவுள்ள நிலங்களில் இம் முறையைக் கையாளலாம். படம்-29 இம்முறையை விளக்குகிறது.

4. இரட்டை முறை அமைப்பு

நிலத்தில் இயற்கையாக அமைந்த தாழ்வான பகுதி நிலத்தை இரண்டாகப் பிரிக்கலாம். தாழ்ந்த பகுதி ஒரு ஓடை போலமைந்திருக்கலாம். இந்தச் சமயங்களில் இரு பிரதான வடிகால்களை ஓடைகளின் இரு பக்கங்களிலும் அமைத்து மேலுள்ள பாகத்தைக் கிளை வடிகால்கள் மூலம் வடித்துப் பிரதான வடிகாலில் சேர்க்க வேண்டும். இம்முறை ஏறக்குறைய மீன் முள் வடிகாலைச் சிறிது மாற்றியமைத்த முறையாகும். ஓடைக்கு வரும் ஊற்று நீரைத் தடுத்து இது பிரதான வடிகாலில் சேர்க்கிறது. படம்-29 இதனை விளக்குகிறது.

வளை வடிகால்கள் (Mole drain)

வளை வடிகால்கள், குழாய் வடிகால்கள் உபயோகத்திற்கு வருமுன்னரே இருந்துவந்த பழைய முறையாகும். இது ஒரு நிரந்தரமான முறையாகாது. சில வருடங்களுக்கு நல்ல முறையில் வேலை செய்யும். படம்30–ல் காட்டியதுபோல் மோல் கலப்பையினால், மண்ணில் தொடர்ந்து பெரிய வளையை குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் படுக்கை வசமாக ஏற்படுத்தும் அமைப்பை வளை வடிகால் எனக் கூறுகிறார்கள். 2·5 முதல் 20 செ. மீ அளவுள்ள வளைகளை, .6 ·9 மீட்டர் ஆழத்தில் அமைக்க 30 முதல் 70 குதிரைச் சக்தி (horse-power) உள்ள டிராக்டர் தேவைப்படும்.

நியூஸிலாந்திலும் (Newzealand) ஐரோப்பா (Europe)விலும் இந்த முறையை சில இடங்களில் வெற்றிகரமாக உபயோகப்படுத்தி வந்திருக்கிறார்கள். அந்த நாடுகளில் இந்த அமைப்புகள் 10, 15 வருடங்களுக்கு உழைக்கின்றன. அமெரிக்காவில் புளோரிடா (florida) மாநிலத்தில் மேல் வடிகால்களுக்கிடையே இம்முறை உபயோகத்திலிருக்கின்றன. லூசியானா, மாநிலத்தில் களிமண் நிலத்தில் இம்முறையை உபயோகிக்கின்றனர். நெதர்லாந்தில் வளைகள், கீழ் நீர்ப்பாசன (sub-irrigation) வசதிக்காக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. வளை வடிகாலில் முக்கியமான இலாபமானது, குறைந்த நிர்மாணச் செலவாகும். 1·5 - 2 மீட்டர் ஆழத்தில், 6 மீட்டர் இடைவெளியில் வளை வடிகால் அமைக்க, குழாய் வடிகால் அமைக்கும் செலவில் 10-ல் ஒரு பங்குதானாகிறது. ஆனால் இதனுடைய பெரிய குறையானது, குறைந்த ஆயுள் காலமாகும்.

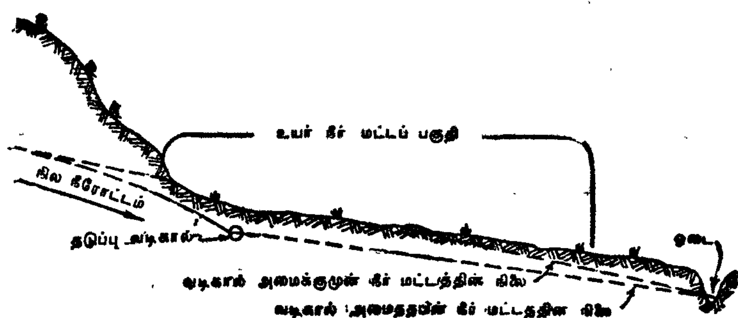
வளே வடிகாலின் ஆயுட் காலத்தைக் கீழ்க்கண்ட அம்சங்கள் பாதிக்கின்றன. (1) மண்ணின் அமைப்பு, (2) நீர் மாணிக்கும் போதுள்ள மண்ணின் ஈரம், (3) மழையின் அளவும் அளவு விகிதமும் (amount, intensity), (4) வெப்பநிலை மாற்றம், (5) ஆழம், (6) வளே வடிகாலின் அளவு, (7) நீர்மாணிக்க உபயோகிக்கும் இயந்திர சாதனங்கள்.

எந்த மண்ணில் இந்த அமைப்பு பொறுத்தமானது என்பதை ஆய்வுக் கூடத்திலோ, ஆராய்ச்சியின் மூலமோ, முடிவாக கண்டு பிடிக்கவில்லை. பொதுவாக களிமண் பாங்கான நிலத்தில் உபயோகப்படுத்தி வருகிறார்கள். மண்ணில் களி அதிகமாக இருப்பது மட்டும் ஒரு தகுதியென எடுத்துக் கொள்ள முடியாது. அதிகக் களியுள்ள மண்களில் பல இடங்களில் வளே வடிகால்கள் பயனற்றுவிட்டன.

வளே வடிகால்களேப்பற்றிய ஆராய்ச்சி விவரங்கள் ஐரோப்பிய நாட்டிலிருந்தும், நியூஸிலாந்திலிருந்தும் கிடைத்திருப்பதால், இவற்றை மற்ற நாடுகளில் உபயோகிப்பது உசிதமல்ல. நியூஸிலாந்தில் வளே வடிகால் சரிவு 2·5% முதல் 3·3% வரை தேர்ந்தெடுக்கிறார்கள். இங்கிலாந்தில் 0·5% சரிவுக்குக் கீழ் உள்ள வடிகால்கள் பலனில்லேயென முடிவு செய்துள்ளார்கள். ஆனல் நீளம் 90 மீட்டர் இருந்தால் 3% சரிவு போதுமானதாகத் தெரியவருகிறது. நீளமான மிகவும் சரிவுடைய வடிகால்களே அமைப்பது அபாயமானதாகும். வளே வடிகால்களின் நீளம் குறைவாயிருப்பதால், நீர் கொள்ளும் திறனேக் கொண்டு, அளவு நிர்ணயம் செய்வதில்லே. அளவுகள் 5 முதல் 20 செ. மீ. வரை இருப்பினும் 5-9 செ. மீ. அளவுகள் மிகவும் பொதுவாக உபயோகத்திலிருக்கின்றன.

ஆழமும் இடைவெளியும், அநேகமாக மண்ணின் தன்மையையும் இயந்திரத்தின் சக்தியையும் பொறுத்துள்ளது. நிலேயான மண்ணின் (stable soil) குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் அமைக்க வேண்டும். வடிகாலே மிகவும் குறைந்த ஆழத்தில் அமைத்தால், கால் நடைகளாலும், பண்ணே இயந்திரங்களின் போக்குவரத்தாலும், அதிகக் குளிரினல் உரைதல், உருகுதல் போன்ற செயல்களினலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. நியூஸிலாந்தின் விஞ்ஞானிகள் குறைந்தது 0·4 மீட்டர் ஆழமும், இங்கிலாந்தின் விஞ்ஞானிகள் 0·3 முதல் 0·76 மீட்டர் ஆழமும் சிபாரிசு செய்கிறார்கள். வளே வடிகாலுக்கு நேர் மேலுள்ள மண்ணின் நீர் கடத்து திறன், மோல் கலப்பையால் பாதிக்கப்படாத மண்ணின் நீர் கடத்தும் திறனேக் காட்டிலும் அதிகமா

யிருப்பதால், கீழ்க்குழாய் வடிகால்களுக்கு, ஆழத்தையும் இடைவெளியையும் நிர்ணயம் செய்யும் அம்சங்களை வளை வடிகாலுக்கும் உபயோகப் படுத்தமுடியாது. களிமண் அதிகமான பூமியில் வளை வடிகாலமைப்பதால், வடிகால் இடைவெளி குறைவாகவே இருக்கும். குறைந்த செலவு ஆகும் காரணத்தால் 1·5 முதல் 9 மீட்டர் இடைவெளிகூட விடுவதற்கு சாத்தியமாகிறது. வளைவடிகாலமைக்கப் பலவகையான மோல் கலப்பைகள் உள்ளன. வடிகாலுக்குச் சரிவு கொடுக்கும் சாதனமுள்ள கலப்பைகள் மிகவும் சிறந்தது. மோல் கலப்பையானது, கலப்பை போலிருப்பினும், வெவ்வேறு நோக்கத்தோடு கூடிய அமைப்புள்ளது. மோல் கலப்பையிலுள்ள மண்ணைப் பிளக்க உதவும் சாதனம், மண்ணை குறைந்த அதிர்ச்சியுடன் (shattering) பிளந்து, வழுவழுப்பான வளையை (smooth mole) ஏற்படுத்தவேண்டும். மேல் மண் இறுகி காய்ந்து இயந்திரம் நகருவதற்கேற்றாற்போல் இறுகியும் கீழ்மண் நல்ல வடிவுள்ள வளையை வழவழப்பாக அமையும்படி ஈரத்துடனும் இருக்கவேண்டும். ஆனால் நிலம் நன்றாகக் காய்ந்துவிட்டால் மண்ணதிர்ச்சி ஏற்பட்டு, வளை சரிவர அமையாது போவதுடன், இயந்திரத்திற்கு அதிக சக்தியும் தேவைப்படும்.



படம் 31. குன்றின் அடிவாரத்தில் தடுப்பு வடிகால் அமைப்பு

தடுப்பு வடிகால்கள்
(Interception drains)

திறந்தவெளி வடிகால்களாகவும், புதை வடிகால்களாகவும் தடுப்பு வடிகால்களை அமைக்கலாம். எந்த இடத்திலும் இந்த வடிகாலமைப்பது என்பது மிகவும் முக்கியமான பிரச்னையாகும்.

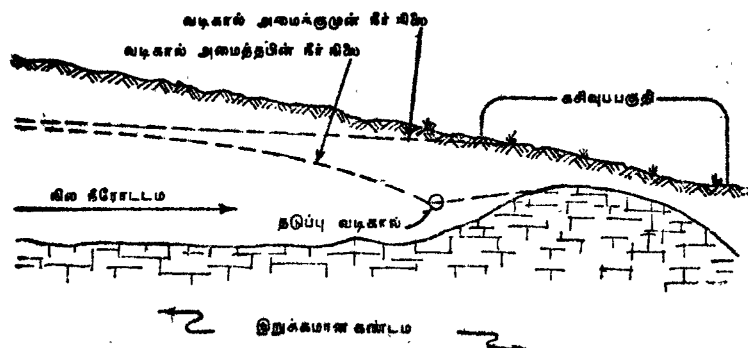
துளைக் கிணறுகள் மூலமும் நில நீர் நிலைகளையும் விரிவாக ஆய்வுசெய்த பின்னரே இம் முறையை அமைப்பது பற்றி முடிவெடுக்க வேண்டும்.

திறந்தவெளி தடுப்பு வடிகால்

தரைமீதும், மண்ணுள்ளும் வடியும் நீரைச் சேகரித்து நிலத்தை விட்டுக்கடத்திச் செல்ல இந்த வடிகால்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. திறந்தவெளி தடுப்பு வடிகால்களை, நிலச் சரிவின் கீழ்ப் பகுதியில் அமைப்பது முறையாகும்.

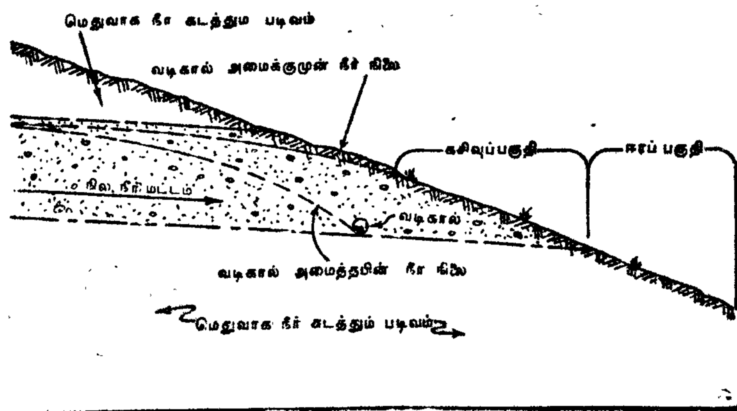
புதை தடுப்பு வடிகால்கள்

நிலங்களின் மேற்பகுதி சீராக இருந்தாலும், ஒரே நிதானமாக இருந்தாலும் சரிவில்லாமல் மேடு பள்ளமாக இருந்தாலும், நிலத்தினுள் நீர் நிலை ஒரே சீராக இல்லாமல் மாறுபட்டிருந்தாலும் மண் கண்டங்களின் அமைப்பு, குணங்கள் மாறுபட்டிருந்தாலும், ஆங்காங்கு நீர்த் தேக்கம் ஏற்பட்டு வடிகால் பிரச்சினையுண்டாகிறது. சில இடங்களில் உயர்ந்த நீர்நிலை (high water table) இருந்தாலும் எளிதில் அதைப் பார்க்க முடியாது; ஆனால் பயிர்களின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும். இப்படிப்பட்ட சூழ்நிலைகளில் புதைத் தடுப்பு வடிகால்கள் அமைக்க வேண்டிய அவசியமுண்டாகிறது. பின் வரும் படங்கள் புதைத் தடுப்பு வடிகால்கள் தேவையான சூழ்நிலைகளை விளக்குகின்றன. படம் 31-ல் புதை தடுப்பு வடிகால், சிறிய குன்றின் அடிவாரத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. குன்றின் அடிவாரத்தி



படம் 32. இறுக்கமான (தடுப்பு) கண்டத்தில் தடுப்பு வடிகாலமைப்பு

லிருந்து ஆறு வரையுள்ள சமவெளிப் பள்ளத்தாக்கானது உயர் நிலை நீர்மட்டத்தால் பாதிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்நிலையில் புதை வடிகால் அமைத்து நீர் நிலை மட்டத்தைக் குறைக்கவேண்டியுள்ளது. திறந்தவெளி வடிகால்கள் வெள்ளத்தால் பாதிக்கப்படுவதாலும், அதனல் மண்ணரிப்பு, வாய்க்கால் திசைமாற்றம் போன்ற அபாயங்கள் இருப்பதாலும், புதை வடிகால் இந்த நிலைக்கு உகந்ததாகும்.



படம் 33. குன்றின் அடிவாரத்தில் தடுப்பு வடிகாலமைப்பு

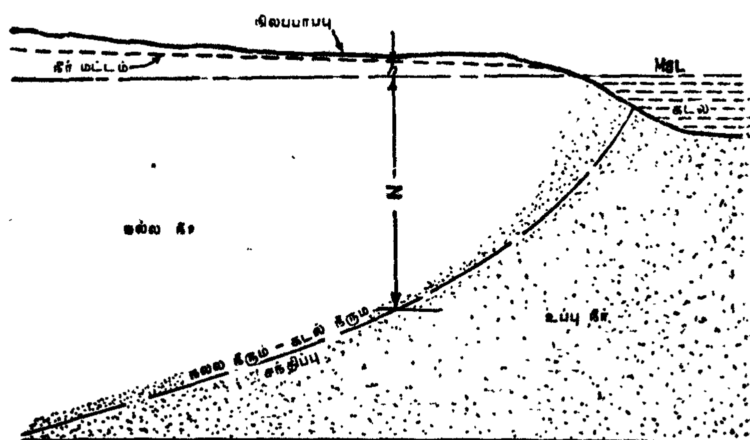
படம் 32-ல், இறுக்கமான மண் கண்டத்திற்கு மேல் புதை வடிகாலமைப்பை விளக்குகிறது. இந்த மண் கண்டம் திடீரென்று மேல்நோக்கி குன்று போன்ற அமைப்பைக் கொண்டுள்ளதால் நில நீரோட்டம் மேலே தள்ளப்பட்டு, நீர் நிலை மட்டம் நிலத்தின் கீழ்ப் பகுதியில் உயர்ந்து, பிரச்னையுள்ளதாக ஆக்கிவிடுகிறது. இந்த சூழ்நிலையில் படத்தில் காட்டியவாறு புதைத் தடுப்பு வடிகாலமைத்து நீரை வடிப்பது சிறந்த முறையாகும்.

படம் 33-ல், இரண்டு குறைவான நீர் கடத்தும் கண்டத்திற்கு இடையேயுள்ள நீர் கடத்தும் கண்டத்தின் கீழ்ப்பகுதியில் புதைத் தடுப்பு வடிகாலமைத்துள்ளதை விளக்குகிறது. நீர் கடத்தும் கண்டம் தரையில் சேறும்போது நீர்க்கசிவு உண்டாகிறது. இப் பிரச்சினையைத் தடுக்க படத்தில் காட்டியவாறு புதைத் தடுப்பு வடிகாலையமைக்க வேண்டும்.

இதுபோல பல சந்தர்ப்பங்களில் தேவைக்கேற்ப தடுப்பு வடிகால் அமைக்க வேண்டியிருக்கும்.

கடல் நீர் நுழைவு
(Salt water Intrusion)

கடற் கரையோரங்களிலுள்ள நிலங்களில் வடிகால் அமைக்கும்போது, வடிகாலமைப்பினுல் கடல் நீர் விவசாய நிலம் நோக்கி மண்ணுள் நுழையாமல் பார்த்துக் கொள்ள



படம் 34. நல்ல நீர்–கடல்நீர் சந்திப்பு

வேண்டும். சாதாரணமாக, நில நீரோட்டமானது, கடல்நீர் நிலத்தை நோக்கி வராமல் தடுத்து விடுகிறது. கடல் நீரின் (உப்பு நீர்) அடர்த்தி நில நீரைக் காட்டிலும் கூடுதலானது. நீரை, கிணறுகள் மூலம் இறைத்து நீர் மட்ட நிலேயைக் குறைக்கும்போது, கடல் நீர் நிலம் நோக்கி நுழைவது எளிதாகி விடுகிறது. இந்நிலேயுண்டாகிவிட்டால் பின்பு இப்பிரச்சினேக்குத் தீர்வு காண்பது சுலபமல்ல. பொதுவாக கடற்கரையோரப் பகுதிகளில் நீர் இறைக்கும்போது, இறைக்கும் மட்டம் சராசரி கடல் மட்ட நிலேக்குக் கீழ் போகக்கூடாது. படம்-34 இந்த நிலேயை விளக்குகிறது. கடற்கரையோரப்பகுதியில் நிலத்திற்குக் கீழுள்ள கடல் நீரின் (உப்பு நீரின்) நிலே, நிலத்திற்கு மேல் உள்ள நல்ல நீரின் உயரத்தைப் போல் 40 பங்கு ஆழத்தில் இருக்கும். அதாவது நல்ல நீரின் மட்டம் தரைக்குமேல் 1 மீட்டராக இருந்தால், உப்பு நீர்மட்டம் தரைக்குக் கீழ் சுமார் 40 மீட்டர் ஆழத்திலிருக்கும். ஆகவே நல்ல நீரின் மட்டம் வெகு சிறிய அளவுக்குக் குறைந்தாலும் உப்பு நீர் மட்டம் அதிகமாக உயருகிறது, கீபன்-ஹெர்ச்பர்க் (Ghyben-Herzberg)

அவர்கள் உண்டாக்கிய கணிதச் சமன்பாடு கீழே விளக்கப் பட்டுள்ளது.

$$Z = \frac{P_f}{P_s - P_f}(h)$$ இதில்

Z = சராசரி கடல் மட்டத்திற்கும் (mean seal level) உப்பு நீர், நல்ல நீர் சந்திப்புக்கும் (fresh water - salt water-inter face) இடையேயுள்ள தூரம்.

P_f - நல்ல நீரின் அடர்த்தி

P_s - உப்பு நீரின் (கடல் நீர்) அடர்த்தி.

h = நல்ல நீரின் உயரம் சராசரி கடல் மட்டத்திற்குமேல்.

P_f = 1·000 கிராம்/கன செ. மீ.

P_s = 1·025 கிராம்/கன செ. மீ.

$$Z = \frac{1{\cdot}000}{1{\cdot}025 - 1{\cdot}00}(h)$$ இதில்

$Z = 40\ h$

மேற்கண்ட சமன்பாடு சுமாரான மதிப்பைக் கொடுப்பினும், உபயோகத்திற்கு போதுமானதே. மேற்கண்ட சமன்பாட்டி லிருந்து பார்க்கும்போது, நில நீர் மட்டத்தை ஒரு மீட்டர் குறைத்தால் கடல்நீர் மட்டம் 40 மீட்டர் உயரும். ஆகவே நல்ல நீர்மட்டத்தை சராசரி கடல் மட்டத்திற்குக் கொண்டு வந்தால் நல்ல நீர்-கடல் நீர் சந்திப்பு சராசரி கடல் மட்டதி திற்கு வந்துவிடும். நிலத்தில் கடல்நீர் புகுந்து, விவசாயத் திற்குப் பயன்படாமல் செய்துவிடுகிறது. ஆகவே கடலோரத் தில் வடிகால் பிரச்சினையை அணுகும்போது கடல்நீர் நுழைவு பற்றி ஆராயவேண்டியது மிகவும் அவசியம்.

கிணற்று வடிகால் முறைகள்
(Drainage wells)

ஆழமான குழாய்க் கிணறுகளைக் கொண்டு வடிகால் பிரச்சினையைக் குறித்து தீர்வுகாண கிணற்று வடிகால் முறைகள் உபயோகப்படுகின்றன. இம்முறையை (1) இறைகிணறு வடிகால் முறை (pumping system) எனவும் (2) வடிகிணறு வடிகால் முறை (drainage well) எனவும் பிரிக் கலாம்.

இறை கிணறு வடிகால் முறை

இறைகிணறு வடிகால் முறையில் குழாய்க் கிணறுகள் அமைத்து நீரை இறைத்து நிலத்திலுள்ள நீர் நிலையைத் தாழ்த்து வதாகும், நீர்ப்பாசனமுள்ள நிலங்களில் இம்முறை கையாளப் படுகிறது. அமெரிக்காவில் மேற்குப் பகுதியில் பல நீர்ப் பாசனத் திட்டங்களில், ஆயிரக்கணக்கான ஏக்கர் நிலங்கள் இறை கிணறு வடிகால் வசதிகளால் நல்ல பயனையடைந்து வருகின்றன. 30 மீட்டர் முதல் 100 மீட்டர் ஆழங்களிலுள்ள நீரை இறைத்து, நீர் நிலையைத் தாழ்த்தியுள்ளார்கள். மேலும் அரிசோன (arizona) மாநிலத்திலும் சால்ட்நதிப் பள்ளத்தாக்கு நீர் உபயோகிப்போர் சங்கம் (salt river water user association) பல ஆயிரக்கணக்கான ஏக்கர்-அடி நீரை இறைத்து நீர் நிலையைச் சராசரி 15 மீட்டர் ஆழத்திற்குக் கொண்டுவந்து, பல்லாயிரக்கணக்கான ஏக்கர் நிலங்களை வடிகால் பிரச்சினையி லிருந்து காப்பாற்றி வருகிறது.

வடி கிணறு வடிகால் முறை (Drainage wells)

இம்முறையில் வடிகால் நீரை கிணற்றுமூலம் கீழ் உள்ள (porous lava rock) அமைப்பில் சேர்த்து வடிப்பதாகும். பாசன நீரில் மிஞ்சிய நீரை இவ்வாறு கிணற்றுமூலம் வடிக்கலாம். மற்ற வடிகால் மூலம் வடிக்கும் செலவு அதிகமான சந்தர்ப்பங் களிலும் இம்முறையை உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். மேலும் மற்ற வடிகால் முறை அமைக்க இயலாத சூழ்நிலையிலும் இம் முறையை உபயோகப்படுத்துகிறார்கள்.

மேற்கூறிய வடிப்பு முறைகளை அமைக்க மண்கண்டங் களைப் பற்றியும், நீர்நிலையின் அளவுகளையும் விரிவாக ஆராய வேண்டும். ஆழமான மணற்பாங்கான நிலங்களில் இவ்வடி கால்கள் நல்ல பலன்களைக் கொடுத்துள்ளன.

கிணற்றுமூலம் வடிக்கப்படும் வடிகால் நீரில் தேவைப் படாத உப்புகளும், மற்ற பொருள்களும் இருக்கலாம். இவற் றின் அளவுகளையும், இவற்றால் நிலத்தின் கீழுள்ள ஊற்று நீர் பகுதி எவ்வாறு பாதிக்கப்படுகிறது என்பதையும் ஆராய வேண்டும்.

கிணற்றுமுறை வடிகால்கள் அமைக்க இம்முறைகளில் அனுபவமும் தேர்ச்சியும் உள்ளவர்களின் உதவியை நாட வேண்டும்.

இறைகிணறு வடிகால் முறையில், கிணற்றின் ஆழம், கிணறுகளின் இடைவெளி ஆகியவற்றை நிர்ணயம் செய்ய வேண்டும். பாசனத்திற்கு அமைக்கும்போது கிணறுகளின் ஆழம், இடைவெளி இவற்றை நிர்ணயம் செய்யச் சில நீரியல் விதிகள் கையாளப்படுகின்றன. இறைகிணறு வடிகால் முறைகளையும் இவ்விதிகளையே உபயோகப்படுத்த வேண்டும். நில நீர் நூல்கள் (Ground water hydrology) இவ்விதிகளை விரிவாக விளக்குகின்றன.

கீழ் வடிகாலமைப்பு
(Sub-surface drainage design)

கீழ்வடிகாலமைப்பில் குழாய்களின் விட்டம், கனம், நீளம் ஆகிய அளவுகள், குழாய்களைப் புதைக்கவேண்டிய ஆழம், வடிகால்களின் சரிவு, இணைவடிகால்களுக்கிடையேயுள்ள தூரம், இவற்றை நிர்ணயம் செய்யவேண்டும். மேலும் பிரதான வடிகாலில், கிளை வடிகால்களை எவ்வாறு இணைக்க வேண்டும், மற்றும் சில இணைப்பாகங்களாகிய நுழைவாய் (inlet) வெளிமுகம் (outlet) போன்றவற்றை வடிகாலமைப்பில் எங்கெல்லாம் எவ்வாறு இணைப்பது என்பது போன்ற அம்சங்களையும் நிர்ணயம் செய்யவேண்டும்.

வடி நீரளவு

கீழ் வடிகாலமைப்பில், வடிகாலின் அளவுகள், ஆழம் சரிவு, வடிகால்களுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் இவற்றை நிர்ணயம் செய்யவேண்டும். கிளை வடிகால்களை, பிரதான வடிகால்களுடன் எவ்வாறு இணைப்பது, எந்த இடங்களில் இணைப்பது என்பதையும் ஆராயவேண்டும். வடிகாலமைப்பில் துணைப் பாகங்களை எங்கு, எவ்வாறு இணைப்பது என்பதையும் நிர்ணயம் செய்யவேண்டும்.

வடிகால்களினால் வடிக்கப்படும் நீரின் அளவு வடிநீரளவை (drainage coefficient)ப் பொறுத்துள்ளது. வடிநீரானது, மழையின் அளவு, பாசன நீரின் அளவு, மண்ணின் நீர் கடத்தும் திறன், வடிகால்களின் ஆழம், இடைவெளி ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. வடிக்கப்படும் நீரின் அளவு நிலத்தின் பரப்பையும் பொறுத்துள்ளது.

வடிநீரளவை ஒவ்வொரு பிரதேசத்திற்கும், அங்குள்ள வெப்பதட்ப நிலை, மழையின் அளவு, பயிர்களின் குணங்கள்

ஆகியவற்றைக் கொண்டு நிர்ணயிக்கவேண்டும். தொடர்ந்து நீண்ட காலத்திற்கு ஆராய்ச்சி செய்து இந்த அளவுகளைக் கணக்கிடவேண்டும். நம் நாட்டில் இந்த அளவுகளை முறையாக நிர்ணயம் செய்யும்வரை, மற்ற நாடுகளை நிர்ணயித்த அளவுகளை உபயோகித்து அவற்றின் பயனை மதிப்பிட வேண்டும்.

குளிர்ப் பிரதேசம் (Humid region)

குளிர்ப் பிரதேசங்களில், வடிநீரளவை, ஒரு மணி நேரத்தில் வடிகட்டும் நீராக அங்குலத்தில் அல்லது சென்டி மீட்டரில் குறிப்பது வழக்கத்திலிருந்து வருகிறது.

கீழ்வடிகால் அமைப்பில், மேல்வடிகால் முறையையும் உபயோகிக்கும்போது, வடிநீரளவை அமெரிக்காவில் அங்கக மண்ணில் (organic soil) மணிக்கு 0·05 முதல் 0·17 செ. மீட்டராகவும், தாதுப்பொருள் மண்ணில் (mineral soils) மணிக்கு 0·04 முதல் 0·08 செ. மீட்டராகவும் உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். நம் நாட்டில் இந்த அளவுகளை நிர்ணயம் செய்யும்வரை, மேற் கண்ட அளவுகளை உபயோகப்படுத்தலாம். தரைமேலுள்ள நீரையும் கீழ்வடிகால்மூலம் வடிக்கவேண்டியிருப்பின், மேற் கண்ட அளவுகளை அதிகப்படுத்த வேண்டும். பயிர்களின் மதிப்பு அதிகமாகும்போது, வடிகாலளவை அதிகப்படுத்தி விரைவில் நீரை வடிக்கவேண்டும்.

வறண்ட பிரதேசம்

வறண்ட பிரதேசங்களில், நீர்ப்பாசனத்தால் வடிகால் பிரச்னையுண்டாகிறதென்றும், நீர் நிலையைக் குறித்து, பயிர் களுக்குத் தீங்கிழைக்கும் உப்புகளை பயிர்களின் வேர்ப் பகுதி களுக்கு வராமல் தடுத்து, கீழ்நோக்கி எடுத்துச் செல்வது வடிகால்களின் முக்கிய நோக்கங்களாகும் எனவும் ஏற்கெனவே பார்த்தோம். ஆகவே வறண்ட பிரதேசங்களில், பாசன நீரின் அளவையும், பாசன முறைகளையும், உப்பு நீக்க அளவையும், மண்ணின் குணங்களையும் பொறுத்து வடிநீரளவு மாறுபடும். வடிகாலளவுகளின் மதிப்பு இடத்திற்கு இடம் அதிக வேறுபாடு டையதால், தீவிரமாக ஆராய்ந்து, சரியான மதிப்பைக் கண்டு பிடிக்கவேண்டும்.

வறண்ட பிரதேசங்களில், பாசன வசதியுள்ள நிலங்களில், முறைப்படி ஆராய்ந்து வடிகாலளவு நிர்ணயம் செய்யாத

இடங்களில் நீர்ப்பாசன அளவைக்கொண்டு கீழ்க்கண்ட சூத்தி ரத்தை உபயோகித்து வடிகாலளவை கணக்கிடலாம்.

$$q = \frac{\frac{(P+C)}{100} i}{24F}$$ இதில்

q = வடிகாலளவு—மணிக்கு சென்டி மீட்டரில்.

P = பாசன நீரின் ஒரு பகுதியான ஆழ நீர் விரையமும் (deep percolation) உப்பு நீக்க அளவும் (leaching requirement)—சதவீதத்தில்

C = வாய்க்கால்களில் நீர் இழப்பு (canal loss) சதவீதத்தில்.

i = பாசன நீரின் அளவு—செ. மீட்டரில்

F = பாசன நீரின் தவணை (Frequency)—நாளில்

இச் சூத்திரத்தின் உபயோகத்தை விளக்க உதாரணம்

P = ஆழ நீர் விரயம் (deep percolation loss-from consumptive use studies) 20%

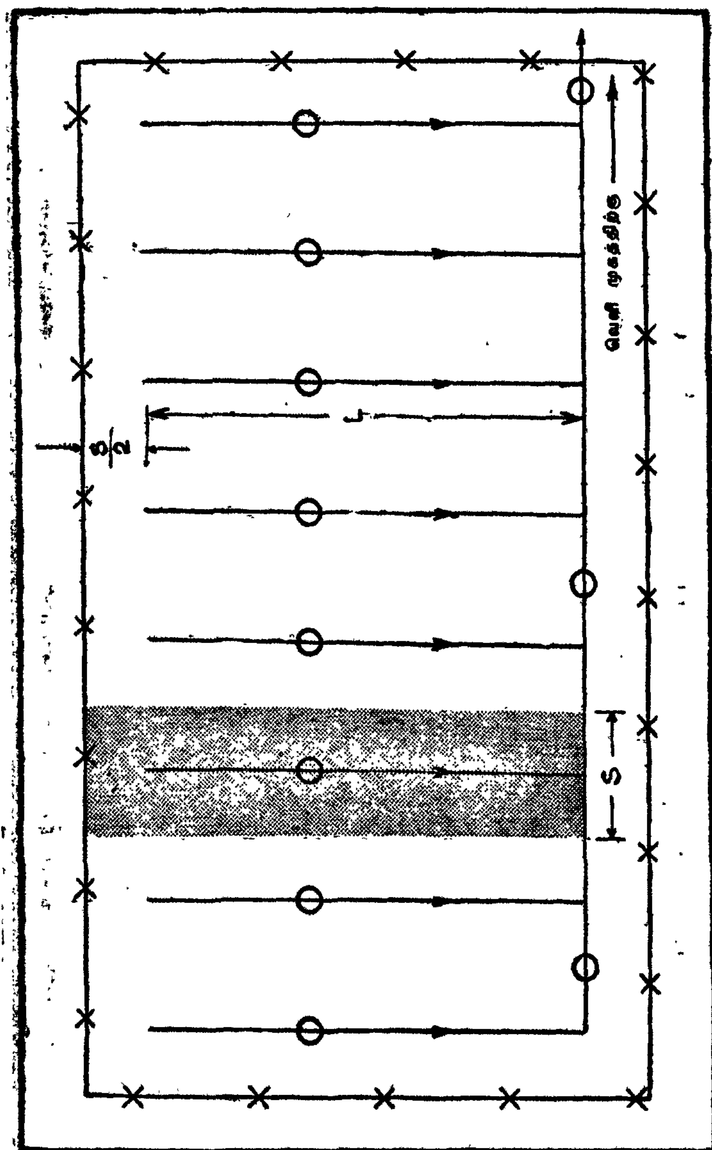
C = வாய்க்காலில் நீர் இழப்பு—8%

14 நாட்களுக்கொருமுறை 15 செ. மீ. அளவு நீர் பாய்ச்சப் படுகிறது. அதாவது F = 14 i = 15 செ. மீ.

$$q = \frac{\frac{(20+8)(15)}{100}}{(24)\ (14)} = 0{\cdot}0125$$ செ. மீ./மணிக்கு

பொதுவாக, வறண்ட பிரதேசத்தின் வடி நீரளவு, குளிர்ப் பிரதேசத்தின் வடிநீரளவைக் காட்டிலும் குறைவாகவே யுள்ளது. வறண்ட பிரதேசத்தில் பாசனத்தால் நீரை ஒரே நிதானமாகப் பாய்ச்சுவதால், வடியும் நீரும் ஒரே அளவாக இருக்கும். ஆனல் மழையின் அளவு ஒரே நிதானமாக இல்லாமல் குறைந்தும் கூடியும் இருப்பதால் வடிநீரளவை உச்ச மழையளவைக்கொண்டு கணக்கிடுவதால், குளிர்ப் பிரதேசத்தில் வடி நீரளவு அதிகமாக இருக்கும். பெரிய வடிகால் திட்டங்களில், கீழ் வடிகால் அமைப்பில் கழிவுப் பகுதியில் கீழ் வடிகாலமைக்கும்போது, வடிநீரளவை மறு பரிசீலனை செய்யவேண்டும். வறண்ட பிரதேசங்களில் கீழ்

வடிகாலமைப்பில் சேகரம் செய்யும் பகுதியில் உபயோகிக்கும் வடிநீரளவானது கழிவுப் பகுதியில் உபயோகிக்கும் வடிநீர



படம் 35. உதவி வடிகால் அமைப்பு விளக்கம்

ளவைக் காட்டிலும் அதிகமாகவேயுள்ளது. அமெரிக்காவில் பல வடிகால் திட்டங்களை ஆராய்ந்து பார்த்ததில், கழிவுப்

பகுதிகளில் வடியும் நீரின் அளவானது, சேகரம் செய்யும் பகுதியில் வடியும் நீரில் 30% குறைவாக இருப்பதாகத் தெரிகிறது.

அமைப்பு நீரளவு
(Design Capacity)

உதவி வடிகால்கள்

உதவி வடிகால்களை இணைப்பு முறையிலமைக்கும்போது, வடிகாலின் நீளத்தையும், வடிகால்களின் இடைவெளி தூரத்தையும் பெருக்கி வரும் பரப்பளவை வடி நீரளவு கணக்கிட உபயோகிக்கவேண்டும் ஆகவே உதவி வடிகாலில் வடிக்கும் நீரின் அளவானது,

$$\phi r = \frac{qs(L+\frac{s}{2})}{3,60,000}$$ இதில்

ϕr = உதவி வடிகாலில் வடியும் நீர் – செகண்டுக்கு கன மீட்டரில்

q = வடிநீரளவு மணிக்கு செ. மீட்டரில்

s = வடிகால்களின் இடைவெளி – மீட்டரில்

L = வடிகாலின் நீளம் – மீட்டரில்

ϕr ஆனது பிரதான வடிகாலில் சேரும் அளவாகும்.

படம் 35, இந்த அமைப்பினை விளக்குகிறது.

தடுப்பு வடிகால் (interception drains)

தடுப்பு வடிகாலின் அமைப்பு நீரளவானது, தடுப்பு வடிகால் தடுக்கப்படும் நீரின் அளவாகும். அந்த அளவை கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டில் நிர்ணயிக்கலாம்,

$$\phi_1 = \frac{ki\ del}{3,60,000}$$ இதில்

ϕ_1 = தடுப்பு வடிகாலின் அமைப்பு நீரளவு – செகண்டுக்கு கன மீட்டரில்.

k = நீர் கடத்தும் திறன் மணிக்கு செ. மீட்டரில்.

i – நீர் நிலைச் சரிவு (hydraulic gradient) ஒரு மீட்டருக்கு மீட்டரில்.

de = வடிகாலின் சராசரி ஆழம் – மீட்டரில்.

L = வடிகாலின் நீளம் – மீட்டரில்.

மேற்கண்ட சமன்பாடு, டார்சியின் தத்துவத்தைக்கொண்டு உருவாக்கியதால், சமன்பாட்டின் மூலம் கிடைக்கும் அளவு, பல விதிகளுக்குட்பட்டிருக்கவேண்டும். பொதுவாக, உபயோகத்தில் இந்த நிபந்தனைகளை திருப்தி செய்ய முடியாது. ஆகவே இச் சமன்பாட்டின் விடையானது ஏறக்குறைய ஒரு சுமாரான அளவைத்தான் எதிர் பார்க்கலாம்; கூடிய மட்டும் சரியான மதிப்புத் தேவைப்பட்டால், மாதிரி வடிகால் அமைத்து அளவுகள் எடுத்து, அவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டு அந்த நிலம் முழுவதிற்கும் வடி நீரளவை நிர்ணயம்செய்யலாம். இம் முறையினால், ஆரம்பத்தில் செலவு அதிகமாகத் தோன்றும். திட்ட முழுவதும் நிறைவேற்றப் படும்பொழுது கணிசமான அளவிற்குச் செலவு குறையும் என்பதில் சந்தேகமில்லை.

நடை முறையில் வடிகாலமைப்புகளில், தரைமீதுள்ள நீரையும் மண்ணுள் உள்ள நீரையும் வடிகட்ட வேண்டிய அமைப்புகளை இணைத்தமைப்பது பழக்கத்திலிருந்து வருகிறது.

திறந்தவெளி வடிகால்களை மட்டும், வடிகாலமைப்பில் உபயோகிக்கும்போது, வடிகால்களின் ஆழம் அதிகமாக இருக்கவேண்டும். இதனால் மண்ணிலுள்ள நீரும், தரைமீதுள்ள நீரும் வடிய ஏதுவாகிறது. தரைமீதுள்ள நீர் வடிகால்களில் சேரும் இடங்களில் கட்டடங்கள் கட்டி பத்திரமாகச் சேர்க்க வேண்டும்.

புதை வடிகால்களை உபயோகித்து மண்ணிலுள்ள நீரை வடிக்கும்போது, புதைவடிகால்களோடு, நில நிரவு முறைகளையும், பண்ணை வடிகால்களையும் சேர்த்தமைப்பதுண்டு. ஆனால் பெரிய கிளை வடிகால்களும், பிரதான வடிகால்களும் திறந்தவெளி வாய்க்காலாக அமைக்கவேண்டும். தரைமீதுள்ள நீரை இவ்வடிகாலோடு சேர்க்கும்போது கட்டிடமூலம் சேர்க்க வேண்டும். தரைமீதுள்ள நீரை நேராகப் புதை வடிகாலில் சேர்க்கக்கூடாது. ஏனெனில் தரை மீதோடும் நீரோடு குப்பை கூளங்கள் சேர்ந்து, புதைவடிகா லடைப்பட்டுப் போகலாம். ஆகவே, புதை வடிகாலில், தரைமீதுள்ள நீரைச் சேர்க்கும்

போது, குப்பை கூளங்களைத் தடுக்க வேண்டிய ஏற்பாடுகள் செய்யவேண்டும்.

வடிகால் வாய்க்காலானது, தரைமீதுள்ள நீரையும், மண்ணிலுள்ள நீரையும் வடிகட்ட உபயோகிக்கும்போது, அமைப்பு நீரளவானது, மேல் வடிகால்கள், கீழ் வடிகால்களின் அமைப்பு, நீரளவைக் கூட்ட வந்த அளவாகும்.

பாசன நீரில் மிகுதியான பகுதி, மழை நீர், வெள்ள நீர் ஆகியவை மேல்வடிகால்களின் அமைப்பு நீரளவாகும்.

திறந்த வெளி வடிகாலை, தரைமீதுள்ள நீரையும் மண்ணிலுள்ள நீரையும் வடிக்க உபயோகிக்கும்போது, ஆழமான வாய்க்காலாக அமைக்கப்படுகிறது. ஆகவே இவ் வாய்க்கால்களின் நீர் கொள்ளும் திறன் போதுமானதாகவே யிருக்கும். இருப்பினும் வாய்க்காலின் நீர் கொள்ளும் திறனை, அமைப்பு நீரளவுக்கு சரியாகவோ, அல்லது அதிகமாகவோ இருக்கிறதாவென்று கணக்கிட்டுப் பார்த்துக்கொள்வது நலமாகும்.

வடிகாலின் ஆழமும், இடைவெளியும்

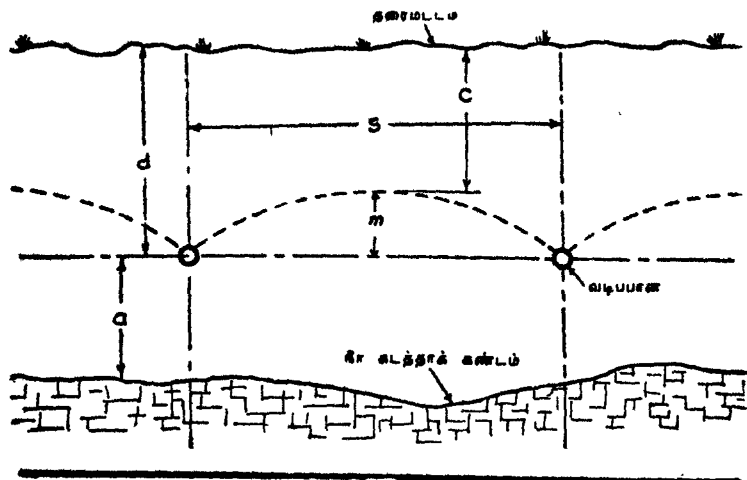
உதவி வடிகாலமைப்பில் வடிகால்களின் ஆழத்தையும் அவற்றுக்கிடையே விட வேண்டிய இடைவெளிகளையும் நிர்ணயிக்க வேண்டிய அளவிற்கு, அனுபவமூலமும் ஆராய்ச்சி மூலமும் போதிய புள்ளி விவரங்களும் முடிவுகளும் உள்ளன. ஆனல் தடுப்பு வடிகாலமைப்பில் ஆழத்தையும் இடைவெளி களையும் நிர்ணயிக்க வேண்டிய விவரங்கள் இன்னும் முழுமை பெறவில்லை. பொதுவாக, தடுப்பு வடிகாலமைப்புகளை அனு பவமூலம்தான் அமைக்க வேண்டியுள்ளது.

உதவி வடிகால்கள்

பாசன வசதியில்லாத, குளிர்ப்பிரதேசங்களில் உப்புப் பிரச்சினை இருக்காது. இவ்விடங்களில் அனுபவமூலம்தான், வடிகால்களின் ஆழம், இடைவெளி இவற்றை நிர்ணயிக்க வேண்டும். மண்ணின் நீர் கடத்தும் திறன், இடைவெளி, நீர் நிலைமட்டம், பயிர்கள் தடுப்பு (இறுக்கமான மண்) கண்டத்தின் ஆழம், வெளிப் போக்கின் ஆழம் இவற்றைப் பொறுத்து, கிளை வடிகாலின் ஆழத்தை நிர்ணயம் செய்யவேண்டும்.

தாதுப் பொருள்களுள்ள மண்ணில் (mineral soils) குறைந் தது 60 செ. மீட்டரும், அங்கக மண்ணில் (organic soil)

குறைந்தது 75 செ. மீட்டர் ஆழமாவது குழாயிற்குமேல் இருக்க வேண்டும். திறந்தவெளி வடிகாலாக இருப்பின் 75 முதல் 150 செ. மீட்டர் ஆழமாவது இருக்கவேண்டும்.



படம் 36. எல்லிப்ஸ் சமன்பாட்டின் விளக்கப்படம்.

அமெரிக்காவில் வடிகால் இடைவெளியைக் கண்டுபிடிக்க பல சூத்திரங்கள் உபயோகத்திலிருந்து வருகின்றன. ஆனால் இன்னும் நம் நாட்டில் திருப்திகரமான சூத்திரம் உண்டாக வில்லை.

பாசன வசதியுள்ள நிலங்களில் உப்புப் பிரச்னை உள்ள தால், வடிகால்களின் ஆழம் 2-4 மீட்டர்வரை மாறுபடும். நன்றாகச் செயல்படும் வடிகாலமைப்பின் புள்ளி விவரங்களைக் கொண்டு ஆழம் இடைவெளிகளை நிர்ணயம் செய்யவேண்டும். பொதுவாக ஆழத்தை நிர்ணயம் செய்யும்போது, அமைப்பை உருவாக்கும் சாத்தியம், ஆகும் செலவு, பராமரிப்புச் செலவு ஆகிய அம்சங்களை ஆராயவேண்டும்.

எல்லிப்ஸ் சமன்பாடு (Ellipse Equation) :

வடிகாலின் ஆழத்தை நிர்ணயம்செய்தபின், எல்லிப்ஸ் சமன் பாட்டை உபயோகித்து இடைவெளியை நிர்ணயிக்கலாம். எல்லிப்ஸ் சமன்பாடு, உதவிவடிகால்களின் இடைவெளிகளைக் கண்டுபிடிக்க உபயோகத்திலிருந்து வருகிறது. படம்-36 இதனை விளக்குகிறது,

$$S = \sqrt{\frac{4k(m^2+2am)}{q}}$$ இதில்

S = வடிகால் இடைவெளி-மீட்டரில்

K = சராசரி நீர்கடத்தும் திறன் மணிக்கு செ. மீட்டரில்

m = நீர்நிலை மட்டம் ஒரு நிலையை அடைந்தபின், இரண்டு வடிகாலுக்கும் மத்தியில், நீர் நிலையின் நேர்க்குத்து உயரம் (படத்தைப் பார்க்கவும்) மீட்டரில்.

a = இறுகிய மண் கண்டத்தின் ஆழம்—மீட்டரில்.

q = வடிநீர் அளவு—மணிக்கு செ. மீட்டரில்,

c = வேண்டிய நீர்மட்டநிலை—மீட்டரில்.

d = வடிகாலின் ஆழம்—மீட்டரில்.

எல்லிப்ஸ் சமன்பாட்டை சில விதிகளுக்குட்படுத்திதான் உபயோகிக்க வேண்டும். முக்கியமாக, நில நீரோட்டம், பெரும்பாலும் படுக்கைவசமாக (horizontal direction) ஓடவேண்டும். குறைந்த ஆழத்தில் தடுப்புக் கண்டம் (barrier) அமைய வேண்டும். இந்த ஆழம் வடிகாலின் ஆழத்தைப்போல் இருமடங்கு ஆழத்திலிருக்கவேண்டும். திறந்தவெளி வடிகால்களிலும், மேலும் வடிகாலைச் சுற்றியும் சரளைகள் போன்ற உறைகளும் வடிப்பான்களும் உபயோகப்படுத்தும் சந்தர்ப்பங்களிலும் எல்லிப்ஸ் சமன்பாட்டை உபயோகப்படுத்தலாம்.

மேற்கண்ட அம்சங்களில்லாத வடிகால்களுக்கு இடைவெளியைக் கண்டுபிடிக்க, எல்லிப்ஸ் சமன்பாட்டை சிறிது மாற்றியமைத்துள்ளார்கள். இம் முறையைப் பயன்படுத்தி விடைகாண, ஊகூட், ஏர்னெஸ்ட் (Hooghoudt, Earnest) அவர்கள் வரைபடங்கள் தயாரித்துள்ளார்கள்: இவற்றை உபயோகித்து விடை கண்டுபிடிப்பதுபற்றி, இந்திய சர்க்காரின் விவசாய இலாகாவின் நீர் நிர்வாகப் பிரிவில் தயார்செய்த 'விவசாய நிலத்தில் வடிகால் முறைகள்' என்ற கையேட்டில் (Part III, Sub-surface Drainage, Technical Series No. 8—III) விளக்கம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

நீரமுத்த ஊற்று நிலங்கள்

நீரமுத்த ஊற்று உள்ள நிலங்களில் உதவி வடிகால்களமைத்து வடிகால் பிரச்னேக்குத் தீர்வு காணலாம். உதவி வடிகால்களுக்கு உபயோகிக்கும் சூத்திரங்களைக் கொண்டு ஆழம், இடைவெளி இவற்றை நிர்ணயிக்கலாம். நீரமுத்த ஊற்றினலும் நிலத்தில் நீர்சேர்வதாலும் வடிநீரளவு கணக்கிடும் போது, அதனையும் கணக்கெடுத்துக் கொள்ளவேண்டும், அநுபவத்திலிருந்து பார்க்கும்போது, நீரமுத்த ஊற்று நிலங்களின் வடிநீரளவு மற்ற நிலங்களின் வடிநீரளவைப்போல் 1½-2 மடங்காக உள்ளது. ஆகவே வடிகால்களின் இடைவெளி குறைகிறது.

வடிகால்களின் ஆழம் இடைவெளிகள் ஆகியவற்றை நிர்ணயம் செய்ய மேலை நாடுகளில் விரிவான ஆராய்ச்சி செய்துள்ளார்கள், குறிப்பிட்ட வடிகால் திட்டங்களுக்கென செய்யப் பட்டமையால், இம் முடிவுகளை நமது நாட்டிலும் உபயோகிப் பது சரியான பலனைக் கொடுக்காது. உதாரணமாக நீல் (1934) என்னும் அமெரிக்க விஞ்ஞானி மின்ன சோட்ட மாநிலத்தில் நடத்திய ஆராய்ச்சிமூலம் வடிகால்களின் ஆழம், இடைவெளி இவைகளைக் கண்டுபிடிக்க சூத்திரம் உண்டாக்கியுள்ளார். வால்கர் என்னும் மற்ருெரு விஞ்ஞானி 1952-ல் வடிகால்களின் இடைவெளியைக் கணக்கிட ஒரு சூத்திரத்தை உண்டாக்கி யுள்ளார். விசர் என்பவர் 1954-ல் வடிகால் இடைவெளியை கணக்கிட ஒரு சூத்திரத்தை உண்டாக்கியுள்ளார்.

வடிகால் பிரச்சினைகளை மிகவும் விரிவாக நீண்டகாலம் தொடர்ந்து, நெதர்லாந்து விஞ்ஞானியான ஊகூட் அவர்களும், அமெரிக்காவில் கிர்காம், டோனன், குளோவர் போன்ற பல விஞ்ஞானிகளும், அவர்களுடைய சகாக்களும் ஆராய்ச்சி நடத்தி வருகிருர்கள். இவ் விஞ்ஞானிகளின் ஆராய்ச்சி அனுபவங்கள், முடிவுகள், புள்ளி விவரங்கள் ஆகியவற்றை உதவியாகக் கொண்டு, நம் நாட்டிலும் இந்திய அரசு, மாநில அரசு விவசாய இலாகாக்களின் முயற்சியினலும், விவசாயப் பல்கலைக் கழகங்களின் ஆராய்ச்சி மூலம், வடிகால் பிரச்சினை களுக்குள்ள நிலங்களில் சரியான முறையில் வடிகாலமைக்க வேண்டிய பல்வேறு அம்சங்களையும் விரைவில் முடிவுசெய்ய வேண்டிய அளவுக்குச் சூழ்நிலைகளமைந்துள்ளன.

குழாய்களின் அளவு

குழாய் வடிகால்களில், நீரோட்டம், திறந்தவெளி நீரோட்டமாகக் (open channel flow) கொண்டு குழாய்களின் விட்டம்

நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. மானிங் சூத்திரத்தை உபயோகப் படுத்தி குழாயின் குறுக்களவை நிர்ணயிக்கவேண்டும். மானிங் சூத்திரத்தின் 'n' மதிப்பு, களிமண், கான்கிரீட் குழாய்களுக்கு 0·011 ஆகவும், நெளிவுள்ள பிளாஸ்டிக் (corrugated plastic) குழாய்களுக்கு 0·016 ஆகவும் கொள்ளலாம். குழாய்களில் நீரோட்டம், குழாய்களின் சரிவையும் பொறுத்துள்ளதால், சரிவு, நேர்நிலை வேகம் இவற்றையும் நிர்ணயிக்கவேண்டும். அமெரிக்காவில் கீழ்க்கண்ட சூத்திரத்தை அதிக அளவில் உபயோகப்படுத்தி வருகிறார்கள்.

$$d = 0{\cdot}892\,(DC)^{0\cdot375} \times A^{0\cdot375} \times S^{-0\cdot1875}$$ இதில்

d = குழாயின் உள்விட்டம் அடியில்

DC = வடி நீரளவு நாளைக்கு அங்குலத்தில்

A = வடியும் நிலம் ஏக்கரில்

S = நீர்ச் சக்தி சரிவு அடிக்கு அடியில்

நெதர்லாந்தில் கீழ்க்கண்ட சூத்திரம் உபயோகத்திலிருந்து வருகிறது.

$$dm = 0{\cdot}0209\,(DCm)^{0\cdot375} \times Am^{0\cdot375} \times S^{-0\cdot296}$$

dm = குழாயின் உள் விட்டம் செ. மீட்டரில்

DCm = வடி நீரளவு நாளைக்கு மில்லி மீட்டரில்

Am = வடியும் நிலப்பரப்பு சதுர மீட்டரில்

யார்னல் என்ற விஞ்ஞானி குழாய்களின் அளவுகளைக் கண்டு பிடிக்க நோமோகிராப் ஒன்றை தயார் செய்துள்ளார். இதை உபயோகப்படுத்தி, எளிதில் குழாய்களின் விட்டத்தைக்கண்டு பிடிக்கலாம்.

சரிவு, நேர்நிலை வேகம்

குழாயில் நீர்வேகம் அதிகமாகவோ குறைந்தோ இருக்கக் கூடாது. வேகம் அதிகமானல் குழாயில் நீர் கொந்தளிப்பு (turbulance) ஏற்பட்டு குழாயின் நிலையையும் ஆயுட் காலத்தை யும் குறைத்துவிடும். வேகம் குறைவானல், நீரிலுள்ள மண், வண்டல் போன்றவை படிய ஆரம்பித்து, நாளடைவில் குழாயின் குறுக்களவைக் குறைப்பதோடு, நீரோட்டத்தையும்

குறைக்கும். பொதுவாக வினடிக்கு 40 செ. மீ. நேர்வேகம் போதுமானதாகவுள்ளது. மண் படுவது பிரச்னையில்லாத இடங்களில் கீழ்க்கண்ட குறைந்த அளவு சரிவு சிபாரிசு செய்யப்படுகிறது.

10 செ. மீ. குழாய்	:	0·10 சதவீதம்
12½ செ. மீ. குழாய்	:	0·07 சதவீதம்
15 செ. மீ. குழாய்	:	0·05 சதவீதம்

பொதுவாக 0·2% சரிவு சிபாரிசு செய்யப்படுகிறது. அமெரிக்காவில் உபயோகத்திலிருந்து வரும் குழாய்களின் அளவுகள், 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18 அங்குலங்களாக இருக்கின்றன. ஐரோப்பிய நாடுகளில் 2 அங்குல குழாய்களும் உபயோகத்திலிருந்து வருகின்றன.

குழாய்களின் இடைவெளி

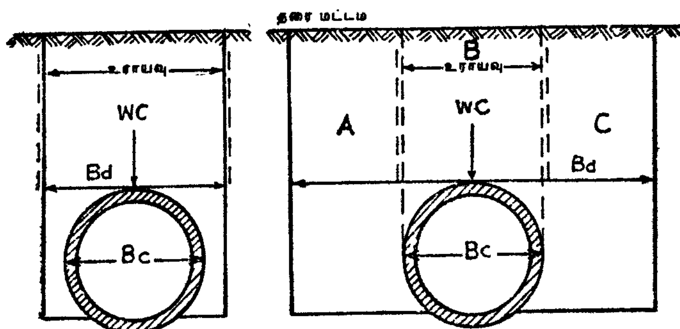
புதை வடிகாலில் குழாய்களை உபயோகிக்கும்போது வடிநீர் குழாய்களுக்குள் நுழைவதற்கு வேண்டிய வசதி செய்ய வேண்டும். குழாய்க்குக் குழாய் சிறிது இடைவெளி விட்டோ அல்லது, குழாய்களில் சிறிய துவாரங்கள் அமைத்தோ அல்லது இவ்விரண்டு முறைகளையும் இணைத்தோ குழாய்க்குள் நீர் நுழைய வசதி செய்யப்படுகிறது. 6 அங்குல விட்டமுள்ள களிமண் குழாய்கள், சிமெண்ட் குழாய்கள் ஒரு அடி நீளத்தில் தயார் செய்யப்படுகின்றன. இக் குழாய்களை வடிகாலாக அமைக்கும்போது, குழாய்க்குக் குழாய் 1/8 அங்குல இடைவெளி விடவேண்டும். 1/8 அங்குலத்திற்குமேல் இடைவெளி விட்டாலும் பலனில்லை. வேண்டாத மண் துகள்தான் உள்ளே செல்ல நேரிடும். உலோகக் குழாய்களை உபயோகிக்கும் போது அவற்றில் துவாரங்கள் போடுவது வழக்கம். குழாய்களில் போடவேண்டிய துவாரங்களின் அளவு, எண்ணிக்கை போன்ற விவரங்கள் ஆராய்ச்சி மூலம் முடிவுசெய்யப்படவில்லை. ஆனால் துவாரங்களின் பரப்பளவு, குழாய்களுக்கிடையே விடும் சந்துகளின் பரப்பளவைக் காட்டிலும் இருமடங்காக இருந்தால் நல்ல பலன் கிடைக்கிறது என்று கூறப்படுகிறது.

குழாய்களின் மேல் பளு (Load on pipes)

குழாயின்மேல் வரும் பளுவானது, குழாய்க்கு மேலுள்ள மண்ணில் எடையினாலும், மற்ற பண்ணை மிருகங்கள், இயந்திரங்கள் இவைகளின் போக்குவரத்தினாலும் ஏற்படும் எடையினால் ஆனதாகும். குழாய் பதிக்கும் ஆழம் குறைவாக இருந்

தால் போக்குவரத்தினுலுண்டாகும் பளு முக்கியமாகும், அதிக மாக இருந்தால், குழாய்க்கு மேலுள்ள மண்ணின் எடை முக்கியமானது.

வடிகால் குழாய்களுக்கு, மண்ணின் எடையினுலுண்டான பளுவைத்தான் கணக்கிடுகிருர்கள். வடிகால் குழாய்களின் மேல் வரும் பளுவைப் பாகுபாடு செய்து ஆராய்வதற்காக குழாய் பதிக்கும் வாய்க்காலின் நிலையை இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவைகள் வாய்க்கால் நிலையெனவும் (ditch conduit condition) துருத்து நிலை (projecting

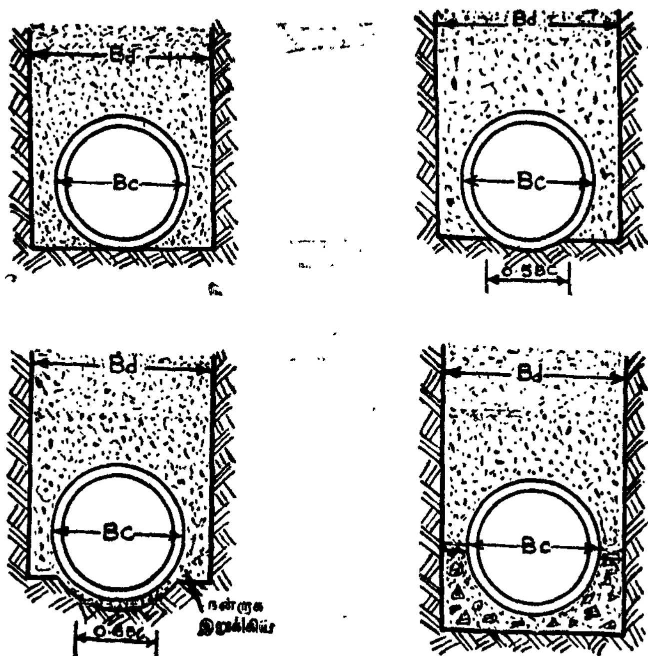


படம் 37. அகழிகளின் பாகுபாடுகள்

conduit condition) எனவும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. வாய்க்காலின் அகழி குறுகலாக இருந்தால் (ditch conduit) வாய்க்கால் நிலையெனவும், குழாயின் வெளிவிட்டத்தைப் போல் 2-3 மடங்குக்கு மேல் அகழியின் அகலம் இருந்தால், அதை துருத்து (projecting conduit condition) நிலையெனவும், பாகுபாடு செய்யப்பட்டுள் ளது. படம்-37 இந்த இரு நிலையையும் விளக்குகிறது. b-ல் உள்ள A-C பகுதிக்கு மேலுள்ள மண் B-க்கு மேலுள்ள மண்ணைக் காட்டிலும் அதிகமாக இறுக்கி ஒரே நிலைக்கு (stable) வரும் நிலையே துறுத்து நிலையாகும். சாலைகளின் கீழும், குட்டைகளிலும் இவ்வாறு குழாய் பதிக்கும்போது, மண் இறுகி ஒரே நிலையையடைந்தவுடன் குழாயுக்கு மேலுள்ள பாகம் வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருப்பதால் துறுத்து நிலை (projecting condition) என்று பெயர் வைத்திருக்கிருர்கள்.

குழாய்களை அகழிகளில் பதிக்கும்போது குழாயின் பளு தாங்கும் சக்தி, தனியாக குழாய்களை மும்முனை தாங்கு சக்தி சோதனை (three-edge-bearing test) செய்யும்போது கொடுக்கும் சக்தியைவிட குறைவாக இருக்கும். இந்தச் சக்தி விகிதத்திற்கு

பளு விகிதம் (load factor) என்று பெயர். குழாய்களைப் பதிக்கும் தரையின் தன்மையைப் பொறுத்து பளு விகிதம் மாறும். குழாய் பதியும் பாகத்தை மணல் போட்டு இறுக்கியும்



படம் 38. அகழிகளின் தளவகைகள்

சிமெண்ட் கான்கிரீட் போட்டு பலப்படுத்தியும், மட்டமாகவும், குழாய் நன்றாகப் பதியும்படி வளைவு கொடுத்தும் பலவிதமாக அமைக்கலாம். பொதுவாக இந்த நிலை நான்கு விதமாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. படம்-38 இந்நிலை விளக்குகிறது. அவைகள் (1) அநுமதிக்கா படுக்கைநிலை (non-permissible bedding condition), (2) சாதாரண படுக்கை நிலை (ordinary bedding) (3) முதல்தர படுக்கை (first class bedding) நிலை, (4) கான்கிரீட் தொட்டி படுக்கைநிலை எனப்படும். அனுமதிக்கா படுக்கை நிலையில் குழாய் பதியும்படி வசதிசெய்தும், குழாயைச் சுற்றியும், படுக்கையிலும் மண்ணை இறுக்குவதில்லை. இந்நிலையில் குறைந்த பளு விகிதம் 1·1 தான் கிடைக்கும். ஆகவே வடிகால் வேலைகளுக்கு இந்த நிலையைப் உபயோகப்படுத்துவதில்லை, சாதாரண படுக்கைநிலையிலும், அகழியின் அடிப்பாகம், அதாவது படுக்கையை, குழாயின் வளைவுக்குத் தகுந்

தாற்போல் குழாயின் கால்பாகமாவது நன்ருகப் பதியுமாறு வெட்டிவிட்டு, குழாயைச் சுற்றியும் நல்ல மண்ணைப் போட்டு குழாயிற்குமேல் அரை அடிவரை நன்ருக மண்ணை இறுக்க வேண்டும். இந்தப் படுக்கை நிலையில் பளு விகிதம் 1·5 ஆகும். முதல் வகுப்பு படுக்கை நிலையில் குழாயின் விட்டத்தின் ·6 பாகம் மண்ணில் பதியும்படியும், குழாவிற்குமேல் ஒரு அடி மண்ணுவது போட்டு, நன்ருக இறுக்கி, கையினுல் மண்ணைக் குழாயைச் சுற்றியும் இறுக்கவேண்டும். இதன் பளு விகிதம் 1·9 ஆயினும் இந்த பளு விகிதம் கொண்ட படுக்கைநிலை, வடிகால் வேலைகளுக்குத் தேவையில்லை. கான்கிரீட் தொட்டி படுக்கையில், குழாயின்கீழ் பாதிப்பாகத்தை கான்கிரீட் தொட்டி படுக்கையில், குழாயின்கீழ் பாதிப் பாகத்தை கான்கிரீட்டில் பதித்துவிடுவார்கள். இந்த நிலையில் பளு விகிதம் 2·2 முதல் 3·4 வரை கிடைக்கும். இவ்வளவு உயர்தரமான படுக்கை முக்கியமான குழாய் வேலைகளுக்குத்தான் உபயோக படுத்துகிறது.

பளு தீர்மானம்

குழாய்மீது வரும் பளுவைக் கண்டுபிடிக்கச் சூத்திரம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. வாய்க்கால் நிலை (ditch conduit condition) யில் பளுவைக் கணிக்கக் கீழ்க்கண்ட சூத்திரம் உபயோகமாகிறது.

$We = Cd \quad wB_d^2$ இதில்

Wc = குழாயின்மேல் மொத்தப் பழு (total load on conduit) ராத்தலில்.

Cd = பழு குனிதம் வாய்க்கால் நிலைக்கு (load coefficient for ditch condition).

w = மூடு மண்ணின் எடை கன அடிக்கு ராத்தலில் (unit weight of fill material).

Bd = குழாயின் மேல் பாகத்தில் அகழியின் அகலம் அடியில்.

துறுத்து நிலையில் (project conduit) பழுவை (w_e).

$Wc = Cc \quad wB_c^2$ மூலம் கணிக்கலாம். இதில்

Cc = துறுத்து நிலையின் பழு குனிதம்.

Bc = குழாயின் வெளிவிட்டம்.

Cd, Cc பளுவின் குனிதங்கள் (load coefficient) அகழியில் நிரப்பப்பட்ட மண்ணின் உயரத்தையும், மண்ணின் உராய்வு

குனிதத்தையும் (frictional coefficient) அகழியின் அகலம் அல்லது குழாயின் அகலம் இவற்றையும் பொறுத்துள்ளது. பளு குனிதங்களைக் கணக்கிடுவது சிக்கலாக இருப்பதால், எளிதில் கண்டுபிடிக்க, வரைப்படங்கள் தயாரிக்கப் பட்டுள்ளன.

குழாய்களை வடிகாலுக்கு உபயோகப்படுத்தும்போது, குழாயின் மேல் வரும் பளுவானது, குழாயின் நொறுக்கும் சக்தி (crushing strength)யை விட அதிகமாகாமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். கூடிய மட்டும், அகழி படுக்கைநிலை (ditch condition)யை உபயோகப் படுத்துவது நல்லது.

நிலையும் அமைப்பு முறையும் (location and alignment)

கவனமாக வடிகால் நிலத்தை ஆய்வுசெய்து வடிகால் அமைக்கும் இடத்தையும், முழு அமைப்பையும், முடிவு செய்ய வேண்டும். பொதுவாகக் கீழ்க்கண்ட விதிகளை ஆராய்வது முக்கியமாகும்.

(1) வெளிப்போக்கிகளை (outlet) மிகவும் பொறுத்தமான இடத்தில் அமைக்கவேண்டும், (2) கூடிய மட்டும் வெளிப் போக்கிகளின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருக்கவேண்டும். (3) அமைப்பில் பிரதான வடிகாலின் நீளம் குறைவாகவும், கிளை வடிகால்களின் நீளம் அதிகமாகவும் இருக்கவேண்டும். (4) நிலத்தின் சரிவையொட்டி அமைப்பை வரையவேண்டும். (5) பொதுவாக நீர் ஓட்டக்காலின் திசையைப் பின்பற்றி அமைய வேண்டும். (6) அதிகமாக மண்வெட்டு வரும் பாதையைத் தவிர்க்கவேண்டும். (7) 45-க்கும் அதற்கும் மேலிருந்தா லொழிய நீர் வாய்க்கால்களைக் கடப்பதைத் தவிர்க்கவேண்டும்.

அமைப்பு, பராமரிப்புச் செலவை அதிகரிக்கும் நில அமைப்புகளைத் தவிர்க்கவேண்டும். குழாய் வடிகாலின் படுக்கை வசத் திசையை (horizontal direction) மாற்றுவதாக இருந்தால், கீழ்க்கண்ட, அமெரிக்கா விவசாயப் பொறியாளர் கழகத்தின் (1953) தற்காலிக சிபாரிசுகள் உபயோகமா யிருக்கும். (1) நிதானமான வளைவாகவும், அகழி வெட்டும் இயந்திரம் வேலைசெய்யும்படியாகவும் இருக்கவேண்டும். அதே சமயத்தில் சரிவையும் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். (2) வளைவின் ஆரம் (radius of curvature) 5 அடிக்குக் குறையாம லிருக்கவேண்டும். (3) உற்பத்தி செய்த வளைவுகளையும் (bends)

ஒட்டுகளையும் (fittings) உபயோகப்படுத்தலாம். (4) சந்தி தொட்டிகளையும் (junction box) ஆய்வுத் தொட்டிகளையும் (man holes) உபயோகப்படுத்தவேண்டும்.

கிளை வடிகால் குழாயை, பிரதான வடிகாலின் குழாயில் இணைக்கும்போது, பிரதானக் குழாயின் நடுப் பகுதியில் இணைக்கவேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால், நேர்வேகம் கூடி, மண்படிவது தடுக்கப்படுகிறது.

உறைகளும் வடிப்பான்களும் (Envelopes and filters)

வடிகால் குழாய்க்கு நல்ல படுக்கையாகவும் குழாயைச் சுற்றியுள்ள பகுதியின் நீர் கடத்தும் திறனை அதிகப்படுத்தவும், மணலையும், சரளைக் கற்களையும் குழாயைச் சுற்றி உறைபோல் போடப்படுகிறது. இந்த உறைக்கு உபயோகப்படுத்தும் பொருள்கள், வடிகாலமைக்கும் நிலத்தின் மண்ணைக்காட்டிலும், அதிகமான நீர் கடத்தும் திறனைக் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும். இப்பொருள்களின் அதிகபட்ச அளவு $1\frac{1}{2}$ அங்கு லத்திற்குமேல் இருக்கக்கூடாது. இந்தப் பொருள்களில் 10 சதவீதமாவது, 60 நம்பர் சல்லடையில் கழியவேண்டும். இந்த உறையின் கனம் குறைந்தது 3 அங்குலமாவது இருக்க வேண்டும். அதாவது குழாயைச் சுற்றிலும் 3 அங்குல உறை யாக இருக்கவேண்டும்.

வடிப்பான் (Filters)

நீர் தங்குதடையின்றி வடிகால் குழாயில் சேரவும், நுண்மண் துகள்களையும், மணலையும் குழாய்க்குள் போய்ச் சேரா வண்ணம் தடுக்கவும் வடிப்பான்கள் உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன. மேல் மண், வைக்கோல், மரத்தூள் தார்ப்பேப்பர்களின் துண்டுகள் போன்ற பொருள்கள் வடிப்பானக பல வருடங்களுக்கு நீடித்துழைக்கின்றன. பைபர் (fibre material) பொருள்களும் மிகவும் உபயோகமா யிருக்கின்றன. இருப்பினும் மணல்-சரளை (sand-gravel) மிகவும் பொறுத்தமான வடிப்பான்களாகும். இவைகள் வடிப்பான் வேலையை நல்ல முறையில் செய்வதோடு, குழாய்களுக்குக் கற் பாங்கான நிலத்தில் அருமையான படுக்கையாகவும் அமை கின்றன. நல்ல வடிப்பானனது, பெரிய வடிவம் முதல் நுண் வடிவம்வரை அமைந்த மணல் சரளைகளின் துகள்களைச் சரியான விகிதத்தில் (well graded) கொண்டிருக்க வேண்டும். இப்படிப் பட்ட கலப்பானது, சிறிய அளவு 1·2 மில்லி மீட்டரிலிருந்து, பெரிய அளவு 1 செ. மீ. வரை உள்ள துகள்களைக் கொண் டிருக்கவேண்டும்.

குழாய் வடிகால்கள், உறை வடிப்பான்கள் இவற்றை இணைத்தும், இணைக்காமலும், அநேக இடங்களில் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. நிலையான மண்ணின் (stable soil) மண் துகள்கள் சேராது. ஆகவே இந்நிலையில் உறைகள், வடிப்பான்கள் தேவையில்லை இருப்பினும் இந்த நிபந்தனைகளை வரை யறுத்துக் கூறுவது மிகவும் கடினமாகும். ஆகவே அநேக

படம் 39. உள்போக்கியின் விளக்கம்

ஆண்டு அனுபவத்திலிருந்து ஆராயும்போது, குழாய் வடிகால் களுக்கு உறைகளும் வடிப்பான்களும் அவசியமென்பது முடிவானதொரு விஷயமாகும்.

துணைப்பாகங்கள் (Appurtenances)

வடிகால் குழாய்கள் நல்ல முறையில் வேலை செய்வதற்குச் சில துணைப் பாகங்கள் தேவைப்படுகின்றன. அவைகள் உள் போக்கி (surface inlet)கள், இணைப்புத் தொட்டிகள் (junction box) மறைமுக உள்போக்கி (blind inlet), அழுத்தப் போக்கிகள் (relief wells), வெளிப் போக்கிகள் (ou 1 ts) ஆகும்.

உள் போக்கிகள் (Surface inlets)

சிறு பள்ளங்களிலும் சாலைக் குழிகளிலும், மற்றுமுள்ள சிறு நீர் தேக்கங்களிலும் ஏற்படும் மேல் நீரை, குழாய் வடிகாலோடு சேர்க்கும் சாதனமாக உள்போக்கிகள் உதவு

கின்றன. கூடிய மட்டும் மேல் நீரை, மேல் வடிகால்தான் வடிக்க வேண்டும். மேல் உள்ள போக்கிகளைச் சரியான இடத்திலமைத்து நன்ருகக் கட்டவேண்டும். வேலிகளில் பள்ளமான இடத்திலும், பசுமையான இடத்திலும் பார்த்து அமைக்கலாம். உள்நோக்கியைப் பிரதான குழாயோடு இணைக்க வேண்டியிருப்பின், 1·8 முதல் 3·6 மீட்டர் கிளைக் குழாய் மூலமாக, பிரதானக் குழாயோடு இணைப்பது நல்ல முறையாகும். உள் நோக்கிப் பழுதடைந்தாலும், வடிகால் அமைப்பிற்குக் குறை வராது. உள் நோக்கியைப் படம் 39 விளக்குகிறது.

இணைப்புத் தொட்டிகள் (Junction Boxes)

இரண்டுக்கு மேற்பட்ட பிரதான குழாய்கள் சேருமிடத்திலோ, அல்லது இரண்டும் அதற்கு மேற்பட்ட கிளைக் குழாய்களோ, பிரதானக் குழாய்களோடு வெவ்வேறு மட்டத்தில் இணையும்போதோ, இணைப்புத்தொட்டி உபயோகப் படுகிறது. கூடிய மட்டும், போக்குவரத்து இல்லாத இடத்தில் இவற்றையமைப்பது நல்லது. மேல்மூடி தரைக்குமேல் இருந்தால் இலகுவில் கண்டுபிடித்து பராமரிப்புச் செய்யலாம். ஆனல் விவசாயம் செய்யும் இடத்திலிருந்தால், மேல்மூடி தரைக்கு 0·45 மீட்டர் ஆழத்திற்குக் கீழ் இருப்பது நல்லது. இந்தச் சமயத்தில் இணைப்புத் தொட்டியின் இருப்பிடத்தை பண்ணை வரைப்படத்தில் குறித்துக் கொண்டால், வேண்டும் போது இருப்பிடத்தைக் கண்டுபிடிக்க ஏதுவாகும். இந்த அமைப்பை, மண் தேக்கி (silt trap) யாகவும், ஆய்வுத் தொட்டி (man hole) யாகவும் உபயோகப்படுத்தலாம். படம்-40 இதனை விளக்குகிறது.

மறைமுக உள்போக்கி (Blind inlet)

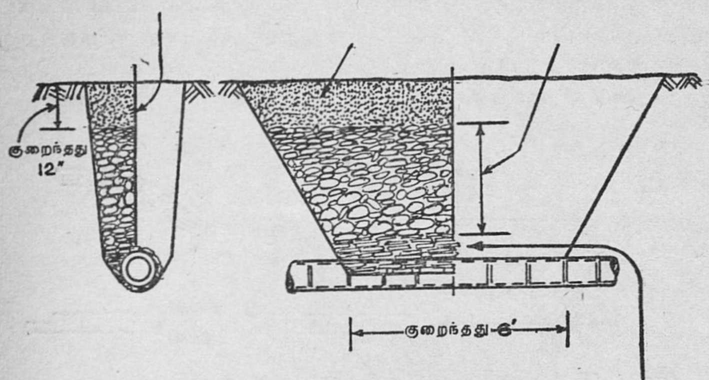
வடிகட்டும் மேல் நீரின் அளவு குறைவாகவும் அதிக மண் உள்போக்கி மூலம் குழாயில் சேர்ந்துவிடும் நிலையுள்ள இடங்களில் மறைமுக உள்போக்கி உபயோகத்திலிருக்கிறது. இதனையமைப்பதால் பண்ணை வேலைகள் தடைபடாது. பல ரக அளவுகளாலான பொருட்களால் குழாயைப் புதைத்து, இந்த உள் போக்கி அமைக்கப்படுகிறது. உடைந்த ஓடுகள், கற்கள், கூழாங்கல் போன்ற பெரிய அளவுப் பொருட்களை குழாயைச் சுற்றி 15 செ. மீ கனத்திற்கும், அதற்குமேல், சரளை முரண்டு மணல், போன்ற பொருட்களால் 0·3 முதல் ·45 மீட்டர் கனத்திற்கும், அதற்குமேல் தரை வரை பொலபொலப்பான

மண்ணாலும் வாய்க்காலை நிரப்பவேண்டும். தரை மட்டத்தில் புல் வளர்த்தோ, நிலையான தாவரங்களை உண்டாக்கியோ மேல் பாகத்தைப் பொலபொலப்புடன் வைத்துக்கொண்டால் மண்

படம் 40. இணைப்புத் தொட்டி

துவாரங்கள் அடைபடாமலிருக்க ஏதுவாகும். இந்த வித உள் போக்கி பழுதடைந்துவிட்டால், வாய்க்காலை நிரப்ப உபயோ கப்படுத்திய வடிப்பானை மாற்றிவிட்டு புதிய வடிப்பான் உப

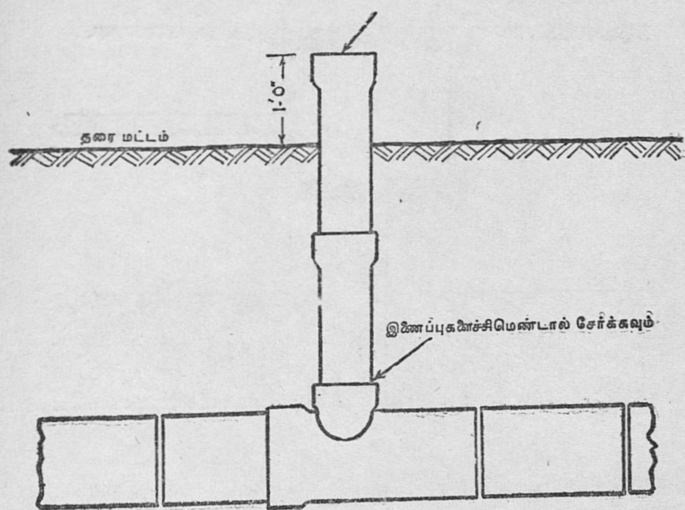
யோகப்படுத்த வேண்டும். படம்-41. இந்த அமைப்பை விளக்குகிறது.



படம் 41- மறைமுக உட்போக்கி

அழுத்தப் போக்கிகள் (Relief wells)

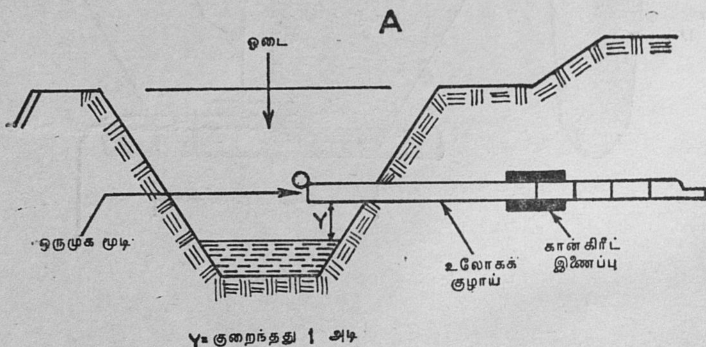
குழாயினுள் ஏற்படும் அழுத்த அதிகரிப்பைக் குறைப்பதற்கு அழுத்தப் போக்கிகள் உதவுகின்றன. குழாயிலிருந்து

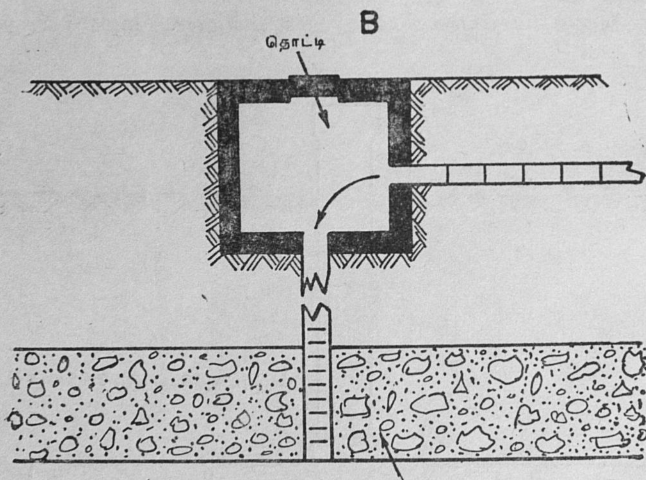


படம் 42. அழுத்தப் போக்கி

தரைக்குமேல் ஒரு அடி உயரத்திற்கு, சிமெண்ட் குழாயால் இணைக்கப்பட்ட அமைப்பிற்கு அழுத்தப் போக்கி எனப்

பெயர். இவற்றை வேலியோரங்களிலமைத்தால் சேதமாகாமல் பாதுகாக்கலாம். குழாயின் சரிவு (slope) திடீரென்று குறைந்த சரிவிற்கு மாறுமிடத்தில் அழுத்தப் போக்கிகளை உபயோகப் படுத்தவேண்டும். சரிவில் 1/2-லிருந்து ஒரு சத வீதத்திற்கு மேலிருந்தால் உபயோகப்படுத்தவேண்டும். படம்-42 இந்த அமைப்பை விளக்குகிறது.



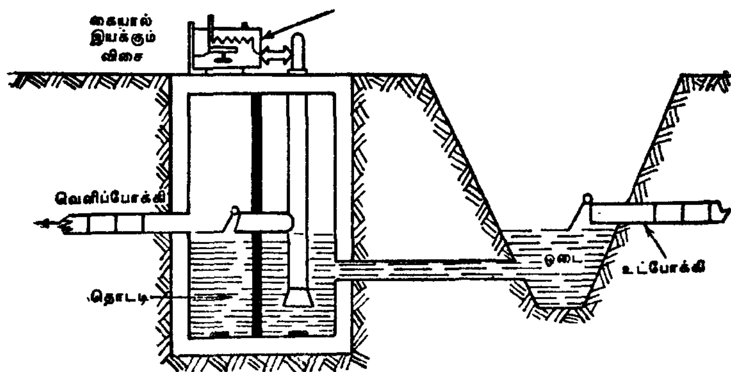


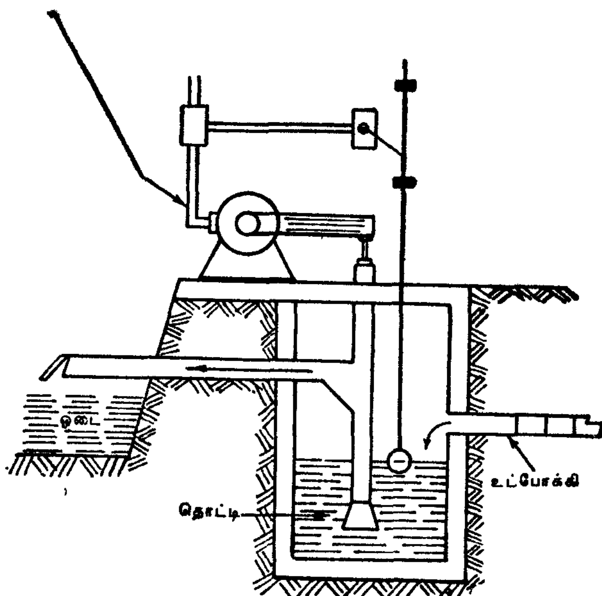
படம் 43. இயற்கை வெளிப்போக்கிகள்

வெளிப்போக்கி கதவுகள் (Outlet protection valves)

வெளிப் போக்கிமூலம் நீர் வடிகாலில் சேரும்போது. வெளிப் போக்கிகளில், எலிபோன்ற பிராணிகள் உள்ளே போகாமலிருக்க சிறு கதவுகள் அல்லது சல்லடைகள்

அமைக்கப்படுகின்றன. வெளிப்போக்கி வெள்ள நாட்களில் நீரில் மூழ்க நேர்ந்தால் நீர் உள்ளே சென்று விடாமல் கதவு அமைக்கவேண்டும்.





படம் 44. இறைப்பி வெளிப்போக்கிகள்

இயற்கை வெளிப் போக்கிகள் (Gravity outlets)

குழாய் வடிகால்களிலிருந்து வடியும் நீரானது, வெளிப் போக்கிகள் மூலம் வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வெளிப்

போக்கிகள், இயற்கையாகவுள்ள ஓடைகளாகவும் இருக்கலாம். இந்நிலையில் ஓடையின் ஆழம், குழாயின் ஆழத்தைக்காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கவேண்டும். ஓடையில் நீர் மட்டம், குழாயி லிருந்து குறைந்தது ஒரு அடி உயரத்திலிருக்க வேண்டும். ஓடையிலிருந்து குழாயினுள் நீர் புகுந்துவிடாமல் மூடு கதவு (flap gate) போடுவது நலம். இந்த அமைப்பை படம் 43 (a) விளக்குகிறது. இவ்வாறு இயற்கையாக அமைந்துள்ள ஓடைகள் இல்லாத இடங்களில், வடி குழாயின் கீழ் பொல பொலப்பான மண்கண்டம் அமைந்திருந்தால், குழாயிலிருந்து வடியும் நீரை, தொட்டியில் (sump) சேர்த்து, துளைமூலம் தொட்டியையும், பொலபொலப்பான மண் கண்டத்தையும் இணைத்து நீரை வடிக்கலாம். இம் முறையை படம் 43 (b) விளக்குகிறது.

இறைப்பி வெளிப் போக்கிகள் (Pump outlets)

வடிகால் குழாய்களின் ஆழம் அதிகமாக இருந்து தகுந்த இயற்கையிலமைந்த ஓடைகள் வெளிப் போக்கிகளாக அமையாவிட்டால், வடிகால் குழாயிலிருந்து வடியும் நீரை தொட்டிகளில் சேர்த்து, தானுக இயங்கும் இறைப்பிகள் மூலமாகவோ மனிதனுல் இயக்கும் இறைப்பிகள் மூலமோ அவ்வப்போது இறைத்து, இந்நீரைத் தகுந்த வெளிப் போக்கி களில் சேர்க்கவேண்டும். இவ்வமைப்புகளை படம்-44 விளக்கு கிறது.

வடிகால் குழாய்கள் (Drain tiles)

உயர்தரமான குழாய்களையே வடிகாலுக்கு உபயோகிக்க வேண்டும். களி மண்ணும், சிமெண்ட் கான்கிரீட்டாலும் செய்த குழாய்கள் அதிக உபயோகத்திலிருக்கின்றன.

குணங்கள்

நல்ல வடிகால் குழாய்கள் கீழ்க்கண்ட குணங்களைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். (1) காலப் போக்கினுல் (weathering) மண்ணின் தரம் குறையக்கூடாது. (2) கணக்கிட்ட பளுவைத் தாங்கும் சக்தியுடையதாக இருக்கவேண்டும். (3) குறைந்த நீர் உறிஞ்சும் தன்மை (water absorption) வேண்டும். (4) கடுமையான குளிரைத் தாங்கும் சக்தி வேண்டும். (5) விரிசல் கள், சந்துகள், கரடுமுரடான விளிம்புகள் போன்ற குறைகள் இருக்கக்கூடாது. (6) ஒரே மாதிரியான அளவும், உருவமும் (uniform thickness and true shape) கொண்டிருக்க வேண்டும்.

அந்தந்த நாட்டுத் தர நிர்ணயத்திற்குக் (specification) கட்டுப் பட்டிருக்கவேண்டும்.

கான்கிரீட் குழாய்கள்

தரமான பொருட்களாலும், முறையாலும் கான்கிரீட் குழாய்களைத் தயார் செய்யவேண்டும். அமிலம் அல்லது காரம் உள்ள மண்ணில் கான்கிரீட் குழாய்களைப் பதித்தால் உபயோகப்படுத்தும் சிமெண்டில் குறிப்பிடப்பட்ட இரசாயனச் சேர்க்கைகள் இருக்கவேண்டும். தரமான கான்கிரீட் குழாய்கள் கடும் குளிராலும், உஷ்ணத்தாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. அந்தப் பிரதேசத்தின் தன்மைக்கு ஏற்ப கான்கிரீட் குழாய்களை வடிகாலுக்கு உபயோகப்படுத்த வேண்டும். கான்கிரீட் குழாயின் தரக்குறைவைப் பார்வை ஆய்வினால் மட்டும் எளிதாகக் கண்டுபிடிக்க முடியாது.

களிமண் குழாய்கள் (Clay tiles)

களிமண் குழாய்கள் நன்கு எரிக்கப்பட்டு, விரிவு, விடவு, சந்துகள் போன்ற குறைபாடு இல்லாமல், தட்டினால் நல்ல உலோகச் சத்தம் கொடுப்பதாக இருக்கவேண்டும். சேலினால் (shale) செய்த குழாய், சாதாரண களிமண்ணால் செய்யப்பட்ட குழாயைக் காட்டிலும் மிகவும் பயனுடையதாக இருக்கும். 30, 40 வருடங்களாக இருக்கும் களிமண் குழாய்களைப் பரிசோதித்துப் பார்த்ததில் கடும் குளிரின் மாற்றத்தால் (freezing thawing) தரக்குறைவு ஏற்பட்டுள்ளதாகத் தெரிகிறது. 0·54 மீ. ஆழத்திற்குள் இருக்கும் குழாய்கள் உறைபனியினால் பாதிக்கப்பட்டதாகவும் 0·54 மீ. கீழ் உள்ள குழாய்கள் உறை பனியினால் (frost) பாதிக்கப்படவில்லையென்றும் தெரிய வருகிறது.

களிமண் குழாய்கள் அமில மண்ணாலும், கார மண்ணாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் அடிக்கடி குளிரினால் பனிக்கட்டி உறைந்து உருகுமிடங்களில் கான்கிரீட் குழாயை உபயோகப் படுத்துவதே நல்லது. 0·75 மீட்டருக்குக் கீழே புதைப்பதற்கு உயர்தரக் (extra-quality) குழாயை உபயோகப்படுத்த வேண்டும். வடிகாலுக்கு உபயோகிக்கும் கான்கிரீட் குழாய் களிமண் குழாய் இவற்றின் தரத்தை அமெரிக்கப் பொருள் தர நிர்ணய நிறுவனம் (American Society of Testing Malinals-ASTM) Tenatative specification for drain tiles-ASTM-designation C4-50T (1950) நிர்ணயம் செய்துள்ளது. அதனைச் சுருக்கி இணைப்பு-2-ல் (appendix) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

கான்கிரீட், களிமண் குழாய்களைத் தவிர பிளாஸ்டிக் குழாய்கள், வளைவு உலோகக் (corrugated metal) குழாய்கள், தார் பூசப்பட்ட குழாய்கள், பிட்டுமினஸ் பைபர் குழாய்கள் ஆகியவை உபயோகத்திலிருந்து வருகின்றன.

இக்குழாய்கள் களிமண், கான்கிரீட் குழாய்களைக் காட்டிலும் அதிக நீளத்தில் தயார் செய்யப்படுகின்றன. இந்தக் குழாய்களில் துவாரங்கள் அமைக்கவேண்டும். தார் பூசப்பட்ட குழாய்கள், பளு குறைந்த இடங்களில் உபயோகப்படுத்தப் படுகின்றன. அதில் அதிக பளு தாங்கவேண்டிய இடத்தில், உலோகக் குழாயும்,மோல் கலப்பையை உபயோகித்து பிளாஸ் டிக் குழாயையும் உபயோகிக்கலாம்.

குழாய் வடிகால் அமைத்தல் (Tile drain construction)

சரிவு முளையடித்தல் (setting grade stakes) இலக்கு முறையை (target method) உபயோகப்படுத்த சரிவை நிர்ண யித்தால் 30 மீட்டர் அல்லது குறைந்த தூரத்தில் முளையை அடிக்கவேண்டும். குறைந்தது மூன்று இலக்குகளை உபயோ கித்துத் தவறு ஏற்படாவண்ணம் சரிவை நிர்ணயிக்கவேண்டும். சரிவு முளைகள் குழாயின் மத்திய கோட்டிலிருந்து 0·6 முதல் 1·2 மீட்டர் தள்ளி அடிப்பதால் நிர்மாண வேலைகள் தடைப் படாது.

நூலை உபயோகித்து, குழாய்களை அமைத்தல், முளைகளை 15 மீட்டர் இடைவெளிகளில் அடிக்கவேண்டும். . நூல் எப்போதும் இறுக்கமாக இருக்கவேண்டும்.

அகழி வெட்டுதல்

அகழி வெட்டுவது வெளிப்போக்கியிலிருந்து மேல்நோக்கிச் செல்லவேண்டும். அகழி நேராகவோ, நிதானமான வளைவுடைய தாகவோ (smooth curve) இருக்கவேண்டும். குழாயின் மேல் பக்கத்தில் அகழியின் அகலத்தை அளந்தால் குழாயின் வெளிப்புற விட்டத்தோடு 15 செ.மீ. அளவுடையதாக இருக்க வேண்டும். இந்த இடைவெளியானது, குழாயைச் சரியாகப் பதிப்பதற்கும் மண்ணால் மறைப்பதற்கும் (blinding) வசதியா யிருக்கும். அகழியின் அடிப்பாகம் குறிப்பிட்ட சரிவிற்கும் (grade) வடிவிற்கும் அமையவேண்டும். சரிவிற்குக்கீழ் வெட்டப் பட்டிருந்தால், மண்ணால் நிரப்பி அகழியைச் சரியான சரிவிற்குக் கொண்டு வரவேண்டும். குழாய் நிரந்தரமாக இருக்க இது மிகவும் உதவுகிறது.

படுக்கை

அகழியின் அடிப்பாகம், குழாய் நன்ருக உட்காரும்படி வளைவு கொடுத்து, கலக்காத மண்ணில் 60° கோணமுள்ள சுற்றளவு (60° of circumference) அளவுக்குக் குழாய் பதியுமாறு செலுத்தப்படவேண்டும். குழாய் வடிகால் அமைக்கும் இயந்திரங்கள் இந்த வேலையை நன்ருகச் செய்கின்றன.

குழாய் பதித்தல் (Laying tile)

வடிகாலின் கீழ்ப் பகுதியில் ஆரம்பித்து மேல்நோக்கிக் குழாய்களைப் பதித்துக்கொண்டு வரவேண்டும். மண்ணின் தன்மையைப் பொறுத்து குழாய்களுக்கிடையேயுள்ள இடைவெளியைச் சரிப்படுத்திக் கொள்ளவேண்டும். வண்டல், மணல் உள்ள இடங்களில், குழாய்களை நெருக்கியமைக்கவேண்டும். குறு மண்ணுக்கு (loam) 1/8 அங்குல இடைவெளியும், களிமண்ணுக்குக் குறைந்தது 1/8 அங்குலமும், பீட், மக் (peat, muck) மண்களுக்கு ¼ முதல் 3/8 அங்குல இடைவெளியும் கொடுப்பது பழக்கத்திலிருக்கிறது. இடைவெளி வளைவு பாகத்தில் அதிகமாயிருந்தால், உடைந்த ஓட்டால் மூடலாம். சரளையை, வடிப்பாளுக (filter) உபயோகப்படுத்தும்போது அகழியின் ஆழத்தைக் கூட்டி, சரளையை அடிப்பாகத்தில் பரப்பி, அதன்மேல் குழாயை வைத்து, குழாயைச் சுற்றிலும் சரளையால் நிரப்பவேண்டும்.

துளையிட்ட குழாயை, துவாரங்கள் அடிப்பாகத்தில் வரும்படி பதிக்கவேண்டும்.

மணல்

நுண் மணல் போன்ற இளகல் மண் பகுதியில் குழாய் பதிக்கும்போது பிரத்தியேக நிர்மாண முறைகளைக் கையாளவேண்டும். ஆபத்தான நிலையில், நல்ல மண், வைக்கோல், புற்கள், சரளை போன்ற உபயோகமான பொருட்களைக் கொண்டு, மோசமான இடங்களைச் சரிசெய்து பின்பு குழாய்களைப் பதிக்கவேண்டும். நீளமான உலோகக் குழாய்களையும், துவாரங்களையும் போடாத பிட்டுமினஸ் குழாய்களையும் தார் பூசப்பட்ட பேப்பர்களையும் இணைப்பாகக் கொண்டு உபயோகப்படுத்தி, ஆபத்தான மணற்பாங்கான இடத்தில் குழாய் பதிக்கவேண்டும்.

சரியான பகுதியில் பிரத்தியேக முறைகளை உபயோகப்படுத்தவேண்டும். பாறைகளைக் குழாய்கள் கடக்கும்போது,

அகழியைச் சரிவுக்குக் கீழே அமைத்து, குழாயைச் சுற்றி வடிப்பான் மணலை உபயோகப்படுத்தவேண்டும்.

நிர்மாண வேலை நடந்துகொண்டிருக்கும்போது, அன்றாட வேலை முடிந்தவுடன், மரப்பலகை தகரம் போன்றவற்றைக் கொண்டு குழாய்களை மூடிவைத்து. மண்ணும் மற்றும் எலி போன்ற பிராணிகள் உள் சென்று விடாமல் தடுக்கவேண்டும்.

குழாய்களைப் பதித்தவுடன், தாரால் நனைக்கப்பட்ட பேப்பர், கிளாஸ் பைபர், மற்ற இணைப்புகளைக் காக்கும் பொருள்களைக் கொண்டு குழாய்களின் இணைப்பை மூட வேண்டும். அகழிகளின் மேல் பக்கத்தில் மண்ணைக் கொண்டு 15 முதல் 30 செ.மீ. ஆழத்திற்கு நிரப்பவேண்டும். குழாய்களின் பக்கவாட்டை மண்ணால் அணைத்து இருக்கவேண்டும். இவ்வாறு குழாயைப் பதித்து முடிந்தவுடன் மண்ணால் மூடிவிட்டால், குழாய் பதித்த இடத்தைவிட்டு அகலாது.

குழாயின் சரிவு கணக்கிட்டபடி அமையாது. சிறிது மாற்றம் இருக்கும். இம் மாற்றத்தின் அளவு, 0·1% சரிவு உள்ள நிலத்தில், 0/1%-க்குக் கீழும், கூடுதலான சரிவில் 0·1 முதல் 0·3% வரையும் அனுமதிக்கலாம். மாற்றுச் சரிவு (reverse grade) அனுமதிக்கக்கூடாது. கூடியமட்டும் சரிவைத் 'தவிர்க்க வேண்டும்.

நிர்மாண வேலை நடக்கும்போது மேற்கண்ட அம்சங்களை விடாது, ஆய்வுசெய்து கொண்டிருக்கவேண்டும்.

பராமரிப்பு

மேல் வடிகாலமைப்பைக் காட்டிலும் கீழ் வடிகால் அமைப்பின் பராமரிப்புக் குறைவானதேயாகும். கீழ் வடிகாலமைப்பில் துணைப் பாகங்களைத்தான் கவனமாகப் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். வெளிப்போக்கு சுத்தமாகவும், அடைக்காமலும் இருக்கவேண்டும். வெளிப்போக்கி நீரை வாங்கும் வாய்க்காலும், புல் முளைத்தோ, இடிந்தோ பழுதடையாமல் பராமரிக்க வேண்டும். உள்போக்கிகள் (surface inlet) புற்பூண்டுகள் மற்றும் குப்பைக் கூளங்களால் அடைக்காமலும், அதைச் சுற்றிப் பள்ளம் ஏற்படாமலும் அடிக்கடி பார்வையிட வேண்டும். மண் தேக்கிகளை (sell trap) அடிக்கடி திறந்து பார்த்து மண்ணை அகற்றிவிடவேண்டும்.

அடிக்கடி குழாய்களுக்கு மேல் ஓட்டைகள் ஏற்படுவதுண்டு. குழாய்கள் உடைந்திருப்பதாலும், சரிவரக் குழாய்களை

இணைக்காததாலும், குழாய்களுக்கிடையே அதிக இடை வெளிகள் கொடுப்பதாலும், இந்தக் குறை ஏற்படலாம். உடைந்த குழாய்களை உடனே அகற்றி நல்ல குழாய்களைப் பதித்தும், சரியான இடைவெளி கொடுத்து, இணைப்புகளை சரிவரச்செய்து இந்தக் குறையை அகற்ற வேண்டியது மிகவும் அவசியம். எலிகள் போன்ற சிறிய பிராணிகள் குழாய்களில் போய் தங்கி நாளடைவில் குழாயை அடைக்க இடம் கொடுக்கக்கூடாது. சல்லடை மூடி, பிளாப் கேட் (flap gate) போன்ற சாதனங்களை உபயோகப்படுத்தி இந்தத் தொந்தரவை அகற்றலாம். மரவேர்களின் அருகில் குழாய்களைப் பதிப்பது அடிக்கடி தொந்தரவு ஏற்படத்தான் வழியுண்டாகும். ஆகவே இதனைத் தவிர்க்கவேண்டும். கீழ் வடிகால் நல்ல முறையில் இயங்க, துளைப் பாகங்களை அடிக்கடி பார்த்து நல்ல நிலையில் பாதுகாக்க வேண்டும்.

குழாய் வடிகாலைப் பொதுவாக, நீர் வாய்க்காலின் கீழ் அமைப்பதில்லை. அவசியமாயிருந்து அமைத்தால் அடிக்கடி குழாய் வடிகாலை ஆய்வு செய்யவேண்டும்.

5. உவர், களர் நிலச் சீர்திருத்தம்
(Saline and Alkaline Soil Reclamation)

உவரும் களரும் பயிர்களின் உற்பத்தியை வெகுவாகக் குறைத்து, நிலத்தின் மதிப்பைக் குறைக்கின்றன. இந்நிலங்களில், கரைகிற உப்பும் (soluble salts), அயனிமாற்றி சோடியமும் (exchangeable sodium) அதிகமாகி, பிரச்சினையை உண்டாக்குகிறது. சோடியம், கால்சியம், மாக்னீசியம், குளோரைடுகள், சல்ஃபேட்டுகள் இவற்றாலும் பொட்டாசியம் பைகார்பனேட், கார்பனேட், நைட்ரேட், போரான் போன்ற உப்புகளினாலும் இந்தப் பிரச்சினைகள் உண்டாகின்றன. மண்ணின் உற்பத்தியைக் குறைக்கும் அளவிற்குக் கரையும் உப்புகள் உள்ள மண்ணை உவர் மண் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. பயிரின் வளர்ச்சியைக் குறைக்கும் தன்மை, மண் துகளின் பருமன் (texture), உப்பின் கூட்டு (composition), உப்பு எவ்வாறு மண்ணில் பரவியுள்ளது என்பன போன்ற பல அம்சங்களையும் பொறுத்து மண்ணில் உப்பு மிகுதியாக உள்ளது எனக் கருதப்படுகிறது. இது பயிரின் உப்பு தாங்கு தன்மையையும் பொறுத்துள்ளது.

கரை உப்பின் மூலம் (Source of soluble salts)

சோடியம், கால்சியம், மக்னீசியம், குளோரைடுகள், சல்பேட்டுகள், பொட்டாசியம் கார்பனேட், பைகார்பனேட், நைட்ரேட்டுகள் பல விகிதங்களில் மண்ணில் கரையும் உப்புகளாக உள்ளன. மண்ணிலுள்ள தாதுப்பொருள்களிலிருந்தும் பாறைகளிலிருந்தும் (exposed rocks) இந்த உப்புகள் உற்பத்தியாகின்றன. இரசாயனச் சிதைவினால் (chemical weathering) உண்டாகும் செயல்களால், இந்த உப்புகள் உண்டாகின்றன. மண்ணிலுள்ள தாதுப்பொருள்களிலிருந்து கரைகிற உப்புகள் நிலத்தில் சேருகின்றன. கடல் நீரிலுள்ள உப்புகளும் நிலத்தில் சேர்கின்றன. பாசன நீர் மூலம் அதிக அளவு உப்பு நிலத்தில்

சேர்கின்றது. நில நீர் மட்டம் தரைக்கருகில் வரும்போதும், நீரிலுள்ள உப்புப் பயிர்களைப் பாதிக்குமளவுக்குமேல் நிலத்தில் சேர்கின்றன.

உவர் நிலமுண்டாதல் (Salinatization of soils)

உவர் நிலங்கள் வறண்ட பிரதேசங்களிலும், மிதமான வறட்சிப் பிரதேசங்களிலும் காணப்படுகின்றன. ஈரமான பிரதேசத்தில், மண்ணில் ஏற்கெனவேயுள்ள உப்பும், காலச் சிதைவால் உண்டான உப்பும், நீரால் கீழ்நோக்கி எடுத்துச் செல்லப்பட்டு முடிவில் நில நீரோடு சேர்ந்து ஆறுகளிலும், கடலிலும் போய்ச் சேர்கிறது. ஆகவே, ஈரப் பிரதேசத்தில் உவர் நிலம் உண்டாவதில்லை, கடல் நீரால் பாதிக்கப்பட்ட இடங்களில் மட்டும் ஈரப் பிரதேசங்களில் உவர் நிலம் உண்டாகும். வறண்ட பிரதேசங்களில் மழை குறைவாக இருப்பதால், கரைந்த உப்பை நிலத்திலிருந்து முழுமையாக வடிக்கமுடியாது. அதிக வெப்பத்தால் மேல் மண்ணிலுள்ள நீர், நீராவியாக மாறுவதால், மேல் மண் கீழிருக்கும் நீரை மேலே உறிஞ்சுகிறது. மேல்நோக்கி வரும் நீர் தன்னுள் கரைந்த உப்பையும் மேலே கொண்டு வருகிறது. உவர் நிலமுண்டாவ தற்கு மற்றொரு காரணம், குறைந்த வடிகால் வசதியாகும். நில நீர்மட்டம் தரைக்குச் சமீபமாக இருத்தலும், மண்ணில் குறைந்த நீர் கடத்தும் திறனும் உவர் நிலையுண்டாவதற்குக் காரணங்க ளாகலாம். நில அமைப்பைப் பொறுத்து நில நீர் மட்டம் மாறுபடும். குறைந்த மழையினால் நீரோடைகள் சரியாக அமைந்திருக்கா. தேங்கியுள்ள நீர் வடிந்தோடுவதற்கு வேண்டிய அளவிற்குச் சரியான வெளிப்போக்கிகள் இல்லாம லிருக்கலாம். இந்த நிலையில், மேட்டுப் பாங்கான நிலத்தி லிருந்து, கரைந்த உப்பும், நீரும், பள்ளமான நிலத்தை யடைந்து வேறு போக்கின்றி, பள்ள நிலத்திலேயே தங்கி விடுகின்றன. வெள்ளத்தினால், உப்பு நீர்நிலை உண்டாகி உவர் நிலம் உருவாகிறது.

நீர்ப் பாசனத்தால் நல்ல நிலமும் உவர் நிலமாக மாறலாம். அப்போது அது ஒரு பொருளாதாரப் பிரச்சினையாகிறது. உவராக மாறிய நிலங்கள் பள்ளத்தாக்குகளிலும், ஆறுகளின் அருகிலும் அமைந்துள்ளன. மேலும் சரிவு குறைந்த சம தளமான நிலமாக இருப்பதால், பாசனம் செய்யப் பொருத்த மான இடமாகவும் இலகுவில் நீர் கிடைக்குமிடமாகவும் இருக்கும். பாசன வசதி ஏற்படும் முன்பு இந்நிலங்கள் நல்ல வடிகால் தன்மையுடையதாயும், உவர் தன்மையற்றதாயு

யிருக்கும். ஆனால் பாசனம் ஆரம்பித்தவுடன், தேவையான செயற்கை முறை வடிகால்கள் அமைக்காவிடில், நீர் நிலை உயர ஆரம்பித்துவிடும். மேலும் ஆரம்பகாலத்தில் பாசன நீரைக் கட்டுப்பாடின்றி அதிகமாக உபயோகிக்கும் போக்கினால் நீர் நிலை வேகமாக உயருகிறது. ஓர் ஏக்கர்—அடி அளவு நீரில் 1 டன்னிலிருந்து 5 டன் உப்புவரை கரைந்திருக்கலாம். சாதாரணமாக ஒரு போகத்திற்கு, 1·5 மீட்டர் ஆழ நீரைப் பாசனத்திற்கு உபயோகிக்க வேண்டியிருக்கும். ஆகவே கணிசமான அளவுக்கு நிலத்தில் உப்புப் பாசன நீரோடு நிலத்தை அடைகிறது. நீர்நிலை தரை மட்டத்திலிருந்து 1·5 – 2 மீட்டர் உயரத்திற்குள் உயர்ந்துவிட்டாலே நீர் பயிர்களின் வேர்ப் பகுதிக்கு நகர்கிறது. இந்த நிலையில், பாசன நீரும், நில நீரும் சேர்ந்து உவர் மண்ணை உண்டாக்குகின்றன.

மண்ணின் உப்புத் தன்மையை, மண் நீர் சாரத்தின் (Saturation extract) மின் கடத்தும் திறன் (Ec-electrical conductivity) கொண்டும் *p*H மதிப்பின் மூலமும் அளவிடப்படுகிறது. மாறும் சோடியத்தின் சதவீதத்தையும் அளவிடுவதுண்டு. உவர் மண்ணில், Ec - மதிப்பு 4 m-mhos/cm at 20°C மேலும் *p*H மதிப்பு 8·5–க்குக் கீழும் மாறும். அயனிமாற்றி சோடியத்தின் மதிப்பு 15%-க்குக் குறைவாக இருக்கும். நிலத்தின் மேற்பரப்பில் வெண் தோற்றம், அநேக இடங்களில் உவர் மண்ணின் தன்மையைக் காட்டுகிறது. உப்பின் அளவைப் பொறுத்து மண் கரைசலின் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் மாறுபடுகிறது. சவ்வூடு பரவல் அழுத்தத்தைப் பொறுத்துப் பயிர்களின் நீரெடுக்கும் திறன் குறைகிறது. இலகுவாகக் கரையும் உப்போடு, குறைந்த கரைதன்மையுள்ள கால்சியம் சல்பேட்டுகளையும் (gypsum) கால்சியம், மாக்னீசியம் கார்பனேட் (lime) போன்ற உப்புகளையும் உவர் நிலம் கொண்டிருக்கும். அதிகமாகக் கரைந்த உப்பு இருப்பதாலும், மாறும் சோடியம் குறைவாக இருப்பதாலும், உவர் நிலம் திரள்நிலை (flocculation) அடைகிறது. இதனால் உவர் நிலத்தின் நீர் கடத்தும் திறன், உழவுக் குணங்கள் (fillage properties) இதே தன்மையுள்ள உவர் இல்லாத நிலத்திலுள்ளதுபோல் சமமாகவோ, கூடுதலாகவோ இருக்கும்.

களர் மண் (Alkali soils)

களர் மண்ணில் அதிகப்படியான, மாற்று சோடியம் உள்ளது. மண் துகள்கள் எதிர் மின்னேற்றங்களைக் கொண்டதால், கால்சியம், சோடியம், மாக்னீசியம் போன்றவற்றைத்

தன்னகத்தே பற்றிக்கொள்கின்றன. இவ்வாறு இரசாயனச் சேர்க்கையால் சேர்ந்த கேட்டயான்களை மண் கரைசலிலுள்ள மற்றக் கேட்டயான்கள் நிலைபெயர்க்கலாம். எவ்வகை மண்ணுக்கும், கேட்டயான்களைப் பற்றிக்கொள்ளவும், மாற்றிக் கொள்ளவும், ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைதானுண்டு. இதனைக் கேட்டயான் மாற்றுத் திறன் எனக் குறிப்பிடுவார்கள். இந்த மாற்றுத் திறனில், சோடியத்தால் எடுத்துக்கொண்ட பாகத்தை அயன மாறிய சோடியம் சதவீதம் (exchangeable sodium percentage) எனப்படும். இந்தச் சதவீதம் களர் மண்ணில் 15 சதவீதத்திற்கும் அதற்கு மேலும்கூட இருக்கும்.

மண்ணில் பற்றிக்கொண்ட கேட்டயான்கள் தாராளமாக மற்றக் கேட்டயான்களால் நிலைபெயர்க்கப்படும். கால்சியம், மாக்னீசியம் கேட்டயான்கள் நல்ல மண்ணின் கரைசலிலுள்ளன. அதிகமான சோடியம் கேட்டயான்கள் உள்ள பாசன நீர், வடிகால் நீர் மண்ணோடு சேரும்போது, ஏற்கெனவே மண்ணில் பற்றிக்கொண்டுள்ள கால்சியம், மாக்னீசிய கேட்டயான்களை, சோடியம் கேட்டயான்கள் இடப் பெயர்ச்சி செய்கின்றன. மண் கரைசலில், சோடியம் கேட்டயான் அதிகமாகிவிடுகிறது. இவ்வாறு சோடியம் கேட்டயான் நிலை அதிகமாக, மண் களர் நிலையை அடைகிறது.

உவர்-களர் மண் (Saline-alkaline soils)

களர் நிலத்தில் அதிகப்படியான கரைகிற உப்புகள் இருந்தால் உவர்-களர் மண் எனக் குறிப்பிடுகிறார்கள். இதன் Ec மதிப்பு 4-க்குக் கீழும், மாற்று சோடியம் சதவீதம் 15-க்கு மேலும் இருக்கும். pH 8·5 நிலையிலிருக்கும். அதிகப்படியான கரையும் உப்புகள் இருந்தால், நிலம் உவர் மண்ணின் குணங்களையுடையதாக இருக்கும். கரைதல் உப்பைக் கரைத்து வெளியேற்றிவிட்டால், களர் மண்ணின் தன்மையை அடைந்துவிடும். களர் தன்மையை அடைந்ததும் pH மதிப்பு 8·5-க்கு மேலானதோடு நீர் கடத்தும் திறன், உப்பு குணங்கள் ஆகியவை குறைந்துவிடும். சில சமயங்களில் உவர்-களர் நிலத்தில் ஜிப்சம் இருப்பதால், மண்ணைக் கழுவும்போது, மாறும் சோடியத்தைக் கால்சியம் மாற்றி மண்ணின் களர் தன்மையை நீக்கிவிடுகிறது.

உவரில்லா-களர் மண் (Non-Saline-alkaline soil)

கரை உப்புகள் குறைந்து உவர் மண்ணின் குணம் குறைந்திருந்தால் அம்மண்ணை உவரில்லாக் களர் மண் என்பது

இப்படிப்பட்ட மண்ணின் Ec 4-க்குக் குறைவாகவும், pH மதிப்பு 8·5-லிருந்து 10 வரையும் மாற்று சோடிய சதவீதம் 15-க்கு மேலும் இருக்கும். இந்த மண்ணைக் கறுப்புக் களர் மண் (black alkali) என்றும், ரஷ்யாவில் சோலானட்ஸ் (solonetz) எனவும் அழைக்கிறார்கள். இந்த மண்ணில், அதிக சோடியம் பற்றிக்கொண்டு களி கலந்த (dispersed) நிலையிலிருப்பதால் களிமண் துகள்கள் காலப் போக்கில் மண்ணின் அடிப் பாகத்தில் படிகிறது. நாளடைவில் மண்ணின் மேல்பாகத்தில் களிமண் குறைந்த திண்மையுடனும், கீழ்ப் பாகத்தில் களிமண் படிந்த இளக்கமான ஒரு மண் கண்டமுண்டாகிவிடுகிறது. இதனால் நீர் கடத்தும் திறனும் பாதிக்கப்படுகிறது. நீர் கடத்தும் திறன் குறைவதோடு உழவுக் குணங்களும் குறைகிறது.

சீர்திருத்த முறைகள்

அடிப்படைத் தத்துவங்கள் (Basic principles)

நீர்ப்பாசனத் திட்டங்கள் பாசனத்திற்கு நீர் கொடுப்பது மட்டுமல்லாமல், நிலத்தின் உவரையும் களரையும் கட்டுப் படுத்தவும் வேண்டும். உவரையும் களரையும் கட்டுப் படுத்துவது பாசன நீரின் தரம், பாசன முறைகள், வடிகால் வசதிகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. பாசனத் திட்டங்கள் அமைக்கும்போது. ஏற்கெனவே மண் களராக இருந்தால் வேண்டிய இரசாயனச் சேர்க்கையைச் சேர்த்து அதிகப்படி யான உப்பை அகற்றவேண்டும். அதோடு, வேண்டிய அளவு நீர்ப்பாசனம் வேண்டும். மாறாக, ஆரம்பத்தில், களரில்லாத நிலங்களில் கூட சரியான பாசன முறைகள், மண் பராமரிப்பு, வடிகால் வசதிகள் இல்லாவிடில் நாளடைவில் உப்பு அளவு அதிகமாகி, நிலம் பயனற்றதாக மாறிவிடும்.

பயிர்கள், நீரை மண்ணிலிருந்து எடுத்துக்கொள்ள ஓரளவு சக்தியைப் பயன்படுத்தவேண்டும். மண்ணின் ஈரம் குறையக் குறைய, பயிர் அதிக சக்தியைப் பயன்படுத்தி ஈரத்தை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். மண் காய்ந்துவிட்டால், ஈரம் மிகக் குறைந்து விடுவதால் பயிர் மிகவும் அதிகச் சக்தியைப் பயன் படுத்த நேரிடும். ஒரு நிலையில் மேற்கொண்டு ஈரத்தை எடுக்க வேண்டிய சக்தி பயிருக்கு இல்லாமல் போக, பயிர் வாட ஆரம்பிக்கும். மண்ணின் ஈர அழுத்தமானது (soil moisture stress) மண்ணின் இழு சக்தியாலும் (tension) சவ்வூடு பரவலின் அழுத்தத்தாலும் நில நீரில் கரைந்துள்ள உப்பின் அளவைப் பொறுத்தும் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் மாறும். உப்பின்

அளவு கூடும்போது அழுத்தமதிகரிக்கிறது. பயிரும், அதிக சக்தியைப் பயன்படுத்தி நீரை யெடுக்கவேண்டும். அதாவது, பயிரின் குறிப்பிட்ட சக்தியினால் நில நீரில் கரைந்துள்ள உப்பின் அளவு அதிகமானால் குறைந்த நீரையே எடுக்க முடியும். ஆகவே நில நீரிலுள்ள உப்பின் அளவு, பயிரின் நீர் எடுக்கும் சக்தியைப் பாதிக்கிறது என்பது நன்கு புலனாகும். பாசன நீரிலும், உப்புக் கரைந்திருக்கலாம். ஆகவே நீரின் தரத்தையும், நில நீரின் இயக்கத்தையும் கட்டுப்படுத்தினால், களரைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

நில நீரின் உப்பின் அடர்வு, நீராவிப் போக்காலும், நீர் ஆவியாவதாலும் அதிகமாகும். மேலும் மண்ணின் மேல் பக்கம் காய ஆரம்பித்தவுடன் நீரும் உப்பும் மேல்நோக்கி நகர ஆரம்பிக்கும். நீர் மட்டம் தரையின் அருகில் இருந்தால், உப்பு மேல்நோக்கி நகருவதால் களர் உண்டாகிறது.

பயிர்களின் வேர்ப்பகுதியில், கரைகிற உப்பின் அளவானது, கீழ்நோக்கி நகரும் நிகர உப்பு, பாசன நீரிலிருந்தும் மற்ற வகையிலும் நிலத்தோடு சேரும் உப்பின் அளவுக்குக் குறைவாகவோ, அதிகமாகவோ இருப்பதைப் பொறுத்து, அதிகரிக்கவும் குறையவும் செய்யும். மண்ணிலுள்ள உப்பின் நிலை, பாசன நீரின் தரம், அளவு, வடிகால், ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. மித மிஞ்சிய சோடியம் மண்ணில் பற்றிக் கொண்டால், மண்ணின் பௌதிகக் குணங்களைப் பாதிப்பதோடு, பயிர்களுக்கு நச்சுத் தன்மையை உண்டாக்கும். மண் துகள் திரள்வதும் (flocculation) கலைவதும் சோடியத்தின் அளவைப் பொறுத்தும் அயானிக் அடர்த்தியைப் பொறுத்துமுள்ளது. உப்பை நீக்கியவுடன் மண் துகள்கள் கலைந்த நிலையை அடைகின்றன.

பாசனம் (Irrigation)

பொதுவாக ஈர, மித ஈரப் பிரதேச நிலங்களில் உவர் மண் பிரச்சினை உண்டாவதில்லை. இப் பிரதேசங்களில் மழை நீர் பயிர்களுக்குப் போதிய அளவு கிடைப்பதால், பாசனம் செய்வது குறைவேயாகும். மழைநீரே மண்ணில் சேரும் உப்புகளை நீக்கிவிடுகிறது. ஆனால் வறண்ட பிரதேசங்களிலும், மித வறண்ட பிரதேசங்களிலும், உவர் நிலப் பிரச்சினை எப்போதுமே இருந்துகொண்டிருக்கும். பாசனத் திட்டத்தை வகுத்து, செயல்முறைக்குக் கொண்டு வரும் ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் உவர் நிலப் பிரச்சினையை மனத்தில்

கொண்டு செயலாற்றவேண்டும். பாசனத் திட்டத்தை உருவாக்கும்போது, நீரின் தரத்தைக் கட்டாயமாக சோதிக்க வேண்டும். நில நீரைக் (ground water) கொண்டு பாசனம் செய்யும் உலகின் பல்வேறு நாடுகளிலும் நீரின் தரம் திருப்தி கரமாக இல்லை. மேலும் அணைகள், குளங்கள் போன்ற இடங்களில் நீரை உபயோகப்படுத்தும்போதும், நீரின் தரப் பிரச்சினை எழுகிறது. கிடைத்த நீரையெல்லாம் பாசனத்திற்கு உபயோகப்படுத்தும் போக்கு, உப்புப் பிரச்சினையை அதிக மாக்குகிறது.

நீரின் தரம்

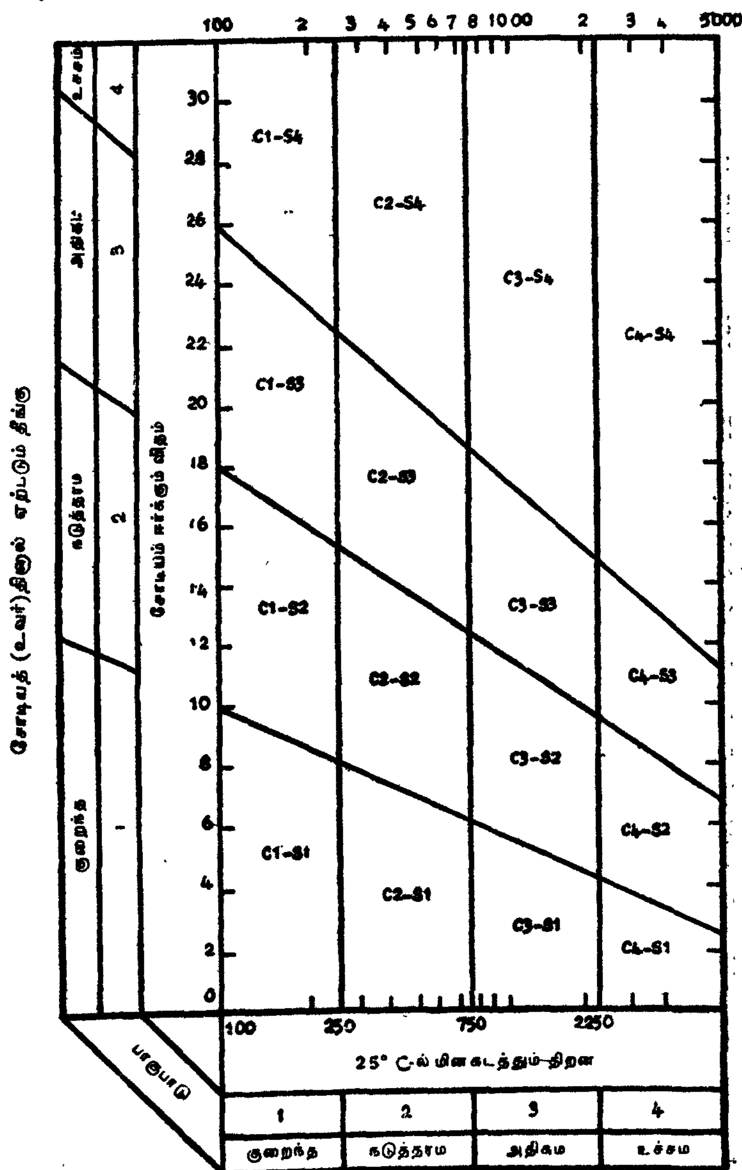
நீரின் தரத்தை நிர்ணயம் செய்யப் பல முறைகள் கையாளப் படுகின்றன. நீரின் பல்வேறு குணங்கள் பயிர்களின் வளர்ச்சியை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பதை, ஆயிரக் கணக்கான மாதிரிகளை ஆய்ந்து முறைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. நீரின் தரத்தை நிர்ணயிக்க, கீழ்க்கண்ட குணங்கள் முக்கிய மானவை.

1. நீரிலுள்ள கரையும் உப்பின் மொத்த அளவு.
2. சோடியம் கேட்டயான்களுக்கும் மற்றக் கேட்டயான் களுக்குமுள்ள விகிதம்.
3. நச்சுத் தன்மையை உண்டாக்கும் போரானும் (Boron) மற்ற மூலகங்களும் (elements).
4. சில சந்தர்ப்பங்களில், பைகார்பனேட்டின் அடர்த்தி யும் கால்சியமும் மாக்னீசியமும் கூடிய அடர்த்தி.

மின்கடத்தும் திறன் (Ec-Electrical Conductivity)

Ec-மூலம், நீரில் கரைந்துள்ள உப்பின் மொத்த அளவை அளவிடலாம். உடனே மிகவும் சரியாக அளவிட முடிவதால் Ec-அளவு மிகவும் உபயோகமாகவுள்ளது. பல காலமாக உபயோகப்படுத்திப் பயிர்களைப் பாதிக்காமலிருக்கும் பாசன நீரின் Ec-அளவுகள் செ. மீட்டருக்கு 2250 மைக்ரோ-மோவு (2250 micro-mho per cm)-க்குக் கீழுள்ளன. உவர் நிலத்திலுள்ள மண் கரைப்பானை எடுத்து அளவிட்டால் செ. மீட்டருக்கு 4 மில்லி மேலாக இருந்தால் பாசனத்திற்குத் தகுந்த நீர் எனச் சொல்லலாம். ஆனால், சில பயிர்கள் இந்த அளவையும் தாங்காது. 750 முதல் 2250 மைக்ரோ மோ உள்ள நீரை

உபயோகப்படுத்தி நல்ல பாசனமுறைகளையும் வடிகால் வசதிகளையும் கையாண்டால், ஏறக்குறைய எல்லா வகைப்



படம் 45. பாசனநீரின் தரப் பாகுபாடுகள்

பயிர்களையும் பயிர் செய்யலாம். தொடர்ந்து வடிகால் வசதியும் உப்பு நீக்கமும் செய்துகொண்டே யிருக்கவேண்டும். கொஞ்சம் தளர்ந்தாலும் களர் பிரச்சினை தலைகாட்டிவிடும்.

சோடியம் ஈர்க்கும் விகிதம் (Sodium absorption ratio)

களர் மண் மாறும் சோடியத்தின் மிகுதியால் உண்டானது என்று ஏற்கெனவே பார்த்தோம். சோடியம் பற்றிக்கொள்ளும் விகிதம், சோடியம் கேட்டயானுக்கும், மற்றக் கேட்டயான்களான கால்சியம், மாக்னீசியம் ஆகியவற்றின் விகிதமாகும். இந்த விகிதத்தை SAR எனக் குறிப்பிடுகிறார்கள்.

$$SAR = Na^{+} / \sqrt{(Ca^{++} + Mg^{++})/2}$$

பாசன நீரின் தன்மையைப்பற்றி விளக்க Ec மதிப்பையும் SAR மதிப்பையும் காட்ட வரைபடமொன்று அமைக்கப்பட்டுள்ளது. படம்-45 இதனை விளக்குகிறது.

இப் படத்தில் Ec மதிப்பை C_1, C_2, C_3, C_4 என நான்கு வகுப்புகளாகவும், SAR மதிப்பை S_1, S_2, S_3, S_4 என நான்கு வகுப்புகளாகவும் பிரித்து, உவர் மண் தன்மையின் பயனை Ec-மூலம் படிப்படியாகவும், சோடியத்தின் (களர்) பயனை SAR மூலம் படிப்படியாகவும் வரையப்பட்டுள்ளது.

விளக்கம்

குறைந்த உவர் நீர் (Low-Salinity Water) C_1 : இந்த நீரைப் பெரும்பாலும் எல்லாப் பயிர்களுக்கும் எல்லா மண்ணிலும் உபயோகப்படுத்தலாம். இதற்குக் கொஞ்சம் உப்பு நீக்கம் தேவைப்படும். நன்றாகத் தயார் செய்த பாசனமுறைகளில் இந்த உப்பு நீக்கம் தானாகவே நடைபெறும். மிகவும் குறைந்த நீர் கடத்தும் திறன் கொண்ட மண்ணில் கவனம் தேவைப்படும்.

மித உவர் நீர் (Medium Salinity Water) C_2 : இந்நீரை உபயோகப்படுத்தினால், மிதமான உப்பு நீக்கம் தேவை, உப்பை ஓர் அளவு தாங்கும் சக்தியுள்ள பயிர்கள் விளைவிக்கலாம்.

அதிக உவர் நீர் (High Salinity Water) C_3 : இந்நீரை வடிகால் வசதி குறைவாயுள்ள நிலத்தில் உபயோகிக்க முடியாது. நல்ல வடிகால் வசதியிருந்தாலும்,

பிரத்தியேக நில நீர் நிர்வாக முறைகளைக் கையாளவேண்டும். அதிக உப்பைத் தாங்கும் சக்தி கொண்ட பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பயிர் செய்யவேண்டும்.

உச்ச உவர் நீர் (Very high Salinity Water) C_4 : சாதாரணச் சூழ்நிலையில் இந்நீரைப் பாசனத்திற்கு உபயோகப்படுத்த முடியாது. ஆனால் சில சந்தர்ப்பங்களில், மிகவும் பிரத்தியேகமான சூழ்நிலையில் உபயோகிக்கலாம். மண் அதிக நீர் கடத்தும் தன்மையுடையதாகவும், நல்ல வடிகால் வசதியையுடையதாகவும் இருக்கவேண்டும். உப்பை நீக்க வேண்டிய அளவு பாசன நீரை அதிகமாகவே உபயோகித்து, உப்பின் கடுமையைத் தாங்கும் பயிர்களையே பயிராக்க வேண்டும்.

சோடியம்

மாறும் சோடியம் (exchangeable sodium) மண்ணின் குணத்தை எவ்வாறு பாதிக்கிறது என்றும் சில பயிர்களை எவ்வளவுதூரம் பாதிக்கிறது என்றும் அளவிடப்பட்டு S_1, S_2, S_3, S_4 ஆக நான்கு வகைகளாக SAR அளவைக் கொண்டு நிர்ணயம் செய்யப்பட்டுள்ளது.

குறைந்த சோடியம் நீர் (Low Sodium Water) S_1

இந்நீரை எல்லா மண்களிலும் உபயோகப்படுத்தலாம். ஒரு சில பழ மரங்கள் பாதிக்கப்படலாம்.

மித சோடியம் நீர் (Medium Sodium Water) S_2

நுண் மண்ணிலும், கேட்டயான் மாற்றுத்திறன் அதிகமுள்ள மண்களிலும் உபயோகித்தால் ஓரளவு சோடியம் பிரச்சினை உண்டாகும். மணற் பாங்கான நிலத்திலும், அங்கக நிலத்திலும் (organic soil) நல்ல நீர் கடத்தும் திறனிருக்கும் போது உபயோகிக்கலாம்.

அதிக சோடியம் நீர் (High Sodium Water) S_3

அநேகமாக எல்லா மண்ணிலும் சோடியம் பிரச்சினையுண்டாகும். சோடியம் அதிகமுள்ள நீரை உபயோகிப்பது உகந்ததன்று. ஜிப்சம் உள்ள மண்ணில் பிரச்சினை அவ்வளவு இருக்காது. நல்ல வடிகால், அதிக உப்பு நீக்கம், அங்ககப் பொருள்களின் சேர்க்கை போன்ற நல்ல நிலநீர் நிர்வாக

முறைகள் தேவை. களர் தன்மை குறைய மண்ணோடு இரசாயன திருத்திகள் (chemical amendments) சேர்க்கவேண்டும்.

உச்ச சோடியம்-நீர் (Very high Sodium Water) S_4

இந்நீர் பொதுவாகப் பாசனத்திற்குகந்ததன்று. சில சமயங்களில் மண்ணிலுள்ள கால்சியம், சோடியங்களின் கடுமையைக் குறைக்கும். $C_1 - S_3$, $C_1 - S_4$ நீர் உபயோகப்படுத்தும்போது இந்த அம்சத்தையும் கவனிக்கவேண்டும். கால்சியம் மண்ணில் *p*H அதிகமாக இருக்கும்போதும். கால்சியம் இல்லாத மண்ணிலும் $C_1—S_3$, $C_1—S_4$, $C_2—S_4$ நீரை உபயோகப்படுத்தும்போது, ஜிப்சம் சேர்த்தால் சோடியத்தின் கடுமை குறையும் $C_2—S_3$. $C_3—S_2$ நீரை உபயோகப்படுத்தும்போதும், ஜிப்சத்தைத் தவணைகளில் சேர்ப்பது நலமாகும்.

போரான் (Boron)

எல்லா வகைப் பயிர்களின் வளர்ச்சிக்கும் போரான் தேவையுள்ளது. வேண்டிய அளவு மிகவும் குறைவேயாகும். போரானின் குறைபாடு பயிர்களின் வளர்ச்சியை மிகவும் பாதிக்கிறது. சில பயிர்களில், மிகச் சிறிய அளவில்கூட நச்சு நிலையை உண்டாக்குகிறது. ஆகவே போரானின் அளவை நிர்ணயம் செய்வது அவசியமாகிறது. களர் நிலங்களில், மற்ற உப்போடு, நச்சாகும் அளவிற்குப் போரானும் கலந்திருப்பதுண்டு. மற்ற உப்புகளை நீக்கிய பின்னும், பயிர்களைப் பாதிக்கும் அளவிற்குப் போரான் நிலத்தில் தங்கிவிடும். ஆகவே களர் ஆய்வில் போரான் மதிப்பீடு மிகவும் அவசியம்.

பைகார்பனேட்

பைகார்பனேட் அயானின் அடர்த்தி 2·5 மில்லி (meq/l) ஈக்குவலண்டக்கு மேலிருந்தால், நீர்ப்பாசனத்திற்கு உகந்ததன்று. 1·25—2·5 meq/l உள்ள நீர் குறைந்த அளவில் உபயோகிக்கலாம், 1·25 meq/l உள்ள நீரைத் தாராளமாக உபயோகப்படுத்தலாம்.

அதிகம் பைகார்பனேட் உள்ள நீரில், கால்சியம், மாக்னீசியம் ஆகியவற்றின் அடர்த்தி குறைந்து, சோடியம் அதிகமாகிறது.

ஆகவே நீரின் தரத்தைக்கொண்டு பாசனத்திற்குச் சிபாரிசு செய்யும்போது, களர், உவர் தன்மைகளுக்கு முதல் முக்கியத்துவம் கொடுக்கவேண்டும். பின் போரான் பைகார்பனேட்

Meq/l = milli-equivalent per litre.

இவற்றின் குணங்களைக் கொண்டும் நீரின் தரத்தை அளவிட வேண்டும். எப்போதும், நீரின் தரத்தைக் கொண்டு ஒரு சிபாரிசு செய்யும்போது நில நீர் நிர்வாக முறைகளையும் கவனித்துச் சேர்த்துச் சிபாரிசு செய்யவேண்டும்.

ஊற்று நீரை இறைத்துப் பாசனம் செய்வதனுல் பலவித நன்மைகள் உண்டு. இது நீர் நிலை மட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்து கிறது. உலகில் பல்வேறு பாகங்களில் ஊற்று நீரை இறைப் பதன்மூலம் நீர்நிலை மட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தி வருகிருர்கள். இதற்கு விரிவான பாசன வசதிகள் தேவைப்படாது. நீர், பாசனத்திற்கு எக்காலத்திலும் கிடைப்பதால், பாசனப்பயிர் களின் பருவத்திற்கு ஏற்றுற்போல் அமைக்கும் வாய்ப்பு அதிகம். ஊற்று நீரும், கால்வாய்ப் பாசான நீரும் கிடைத்தால், இரண்டையும் இணைத்து, நல்ல வடிகாலமைப்பு உருவாக்க வாய்ப்பு அதிகமுண்டு. நீரை உபயோகிப்பவர்களுக்கு இறைப்பு நீரை மிகவும் சிக்கனமாக உபயோகப்படுத்தும் மனப்போக்கும் உண்டு.

நீர் எடுத்துச் செல்லும் எல்லா வகை வாய்க்கால்களிலும், நீர்க் கசிவைக் குறைக்கவேண்டும். அதிக நீர்க்கசிவினுல் நீர் வீணுவதோடு வடிகால் பிரச்சினையும் உண்டாகிறது. பயிர் களின் தேவையைப் பொறுத்துதான் நீர் வாய்க்காலில் ஓட வேண்டும். நீர் பாய்ச்சும் உரிமையை நிலைநிறுத்துவதற்காக வாய்க்காலில் நீர் ஓடினுல் வடிகால் பிரச்சினைதான் உண்டாகும். நீரை அவசியமின்றி உபயோகப்படுத்துவதைத் தடுக்க நீரின் அளவை அடிப்படையாகக் கொண்டு பாசன வரி வசூல் செய்தால் பெருமளவுக்கு நீர் சேதத்தையும், வடிகால் பிரச்சி னையையும் தடுக்கலாம். பாசன நீரை, பயிர்களின் தேவை களுக்கேற்றுற்போல் விநியோகம் செய்யவேண்டும்.

நீர் விநியோக முறையில் பெருமளவுக்கு முன்னேற்றம் செய்யவேண்டும். வாய்க்கால்களை ஓடுகளினுலோ செங்கல்லி னுலோ, சிமெண்ட் பலகையாலோ, பரவிக் கசிவு ஏற்படுவதைத் தடுக்கவேண்டும். குழாய்கள்மூலம் நீரை எடுத்துச் செல்லும் முறையினுல் பல பெரிய பாசனத் திட்டங்கள் நல்ல பலனைக் கொடுத்து வருகின்றன. தாளுகவே இயங்கும் விநியோக முறைகள்மூலம் விநியோகம் செய்வதில் அதிக முன்னேற்றம் காணப்படுவதோடு நீரின் சேதமும் குறைக்கப்படுகிறது.

ஆகவே, பாசன அமைப்பு முறைகளில் பயிர்களுக்கு, வேண்டிய சமயத்தில் குறிப்பிட்ட அளவு நீரை, குறைந்த நீர்

சேதத்தோடு மிகவும் உபயோககரமான முறையில் விநியோகம் செய்யும் நோக்கமும் ஏற்கெனவே மண்ணில் பயிர்களுக்குத் தீங்கிழைக்கும் உப்புகள் இருந்தால் அவை நாளாவட்டத்தில் பயிரின் வேர்ப் பகுதியை அடைந்து பலனைக் கெடுத்துவிடாமல் உப்பைக் கரைத்து கீழ்நோக்கி எடுத்துச் செல்லவேண்டிய அவசியமும் அமைப்பின் அடிப்படைகளாக இருக்க வேண்டும்.

உப்பு நீக்கம் (Leaching)

உப்பு நீக்க முறையினுல் பயிர்களின் வேர்ப்பகுதியிலுள்ள உப்பானது, நீரில் கரைந்து வெளியேறுகிறது. இந்த உப்பானது நீரோடு கீழ்நோக்கிப்போய், ஊற்று நீரோடு சேர்ந்தோ, அல்லது வடிகால்களில் சேர்ந்தோ நிலத்தைவிட்டு வெளியேறலாம். நிலத்தின் கீழ்ப்பாகங்களிலும் சேரலாம்; மேற்பகுதியிலிருந்தே வெளியேறும் நீரோடு சேர்ந்து வெளியேறலாம். உப்பு நீக்க முறையின் முக்கிய நோக்கமானது, பயிர்களின் வேர்ப்பகுதிகளிலிருந்து உப்புகள் நீக்கப்பட்டு, பயிர்களுக்குச் சேதம் விளைவிப்பதைத் தவிர்ப்பதாகும்.

உப்பு நீக்கம் செய்யாவிடின், உப்பின் சேர்க்கையானது பாசன நீர் அளவிற்கும் நீரிலுள்ள உப்பின் அளவிற்கும், நேரிடை விகிதத்தில் நிலத்தில் அதிகரிக்கும். நீராவி மாற்றத்திஞலும் நீராவிப் போக்கிஞலும் நிலத்திலுள்ள ஈரம் குறைவதனுல், மண் கரைசலிலுள்ள உப்பு அடர்த்தி (salt concentration) அதிகமாகிறது.

மின் கடத்தும் திறனை (electrical conductivity) நீரின் உப்பு அடர்த்தியின் அளவாக எடுத்துக்கொண்டு. D_{iw} பாசன நீரின் அளவு ஆழத்திலும், D_{sw} ஆனது D_{iw} அளவு நீர் நிலத்தில் சேர்ந்து, நீராவியாதல், நீராவிப் போக்கு இவைகளினுல் நீர் சேதமடைந்து, நீர் கரைசலில் உப்பு அடர்த்தி அதிகமான பின்பு உள்ள நீரின் ஆழமாக எடுத்துக்கொண்டு, E_{iw} பாசன நீரின் மின்கடத்தும் திறனுகவும் E_{sw} மண் கரைசலின் மின் கடத்தும் திறனுகவும் எடுத்துக்கொண்டால்,

$$\frac{D_{iw}}{D_{sw}} = \frac{E_{sw}}{E_{iw}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

E_{ce} மண் கரைசலின் மின் கடத்தும் திறன் மண்ணின் உவர்த் தன்மையை நிர்ணயிக்கும் சாதனமாக உள்ளது. $\triangle E_{ce}$ ஆனது, பாசன நீரினுல் உண்டான அதிகப்படியான உப்புச் சேர்க்கை

யாலுண்டான மின் கடத்தும் திறனின் கூடுதலாகக் கொண்டு, மண் நீரின் அளவு D_{sw} எனக் கொள்ளும்போது, மண்ணின் ஆழம் D_s ஆகக் கொண்டு (saturation percentage) கரை சாரத்தின் சதவீதமாகக் கொண்டால்,

$$D_{sw} = \frac{d_s}{d_w} \cdot \frac{SP}{100} \cdot D_s \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

சமன்பாடு (1)-ம் (2)-ம் இணைத்தால்

$$\frac{D_{iw}}{D_s} = \frac{d_s}{d_w} \cdot \frac{SP}{100} \cdot \frac{\triangle E_{ce}}{EC_{iw}} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து கொடுக்கப்பட்டுள்ள பாசன நீரின் EC-ஐக் கொண்டு, எந்த அளவிற்கு மண்ணின் உவர் தன்மை வேண்டுமோ அதற்கு வேண்டிய அளவு நீரின் அளவைக் கணக்கிடலாம். மேற்கண்ட சமன்பாடானது, நீர் சேர்க்கும்போது, கரைந்த உப்பானது படியாமலோ நீக்கப் படாமலோ ஒரே அளவு நிலையிலுள்ளது என்ற விதிக்குட் பட்டது.

உதாரணமாக : $EC_{iw} \times 10^6 = 1000;\ d_s = 1{\cdot}2_{gm}C_m^{-3}$
$d_w = 1_{gm}\ C_m^{-3};\ SP = 40;\ \triangle E_{oe} \times 10^6 = 4000$
$\frac{D_{iw}}{D_s} = 1{\cdot}9$

0·6 மீட்டர் நீருக்கும் குறைந்த அளவு நல்ல பாசன நீரை ஏற்கெனவே உப்பு இல்லாத 0·3 மீட்டர் மண்ணில் சேர்க்கும் போது, உப்பு நீக்கமோ படிதலோ (precipitation) இல்லா விடில் மண் உவர்த் தன்மையை அடையும் நிலைக்கு வந்து விடுகிறது.

மேற்கண்ட சமன்பாடானது, நீர் சேர்க்கும்போது, கரைந்த உப்பானது, படியாமலோ நீக்கப்படாமலோ ஒரே அளவு நிலையிலுள்ளது என எடுத்துக்கொண்டு கணக்கிடப்பட்டது.

அமெரிக்காவில் மேற்குப் பகுதிகளில், பல்லாயிரக் கணக்கான ஏக்கர் நிலங்களில், EC = 1000 மைக்ரோமோ (micro-mho/cm) உள்ள பாசன நீரைக் கொண்டு பல ஆண்டு களாக சாகுபடி நடந்துவருகிறது. இருப்பினும் பயிர்களுக்குப் பாதிப்பு ஏற்படவில்லை. காரணம், தகுந்த அளவு உப்பு நீக்கமும், வடிகால் வசதியும் பாசன முறையிலிணைந்துச் செயல்

படுவதேயாகும். ஆனால், இதே தரமுள்ள நீர் உபயோகப் படுத்தும் இடங்களில், நீர்நிலை தரைமட்டத்திலிருந்து ·9—1·2 மீட்டர் இருந்த இடங்களில் உவர் பிரச்சினை கட்டாயம் உண்டாகியுள்ளது. இச் சந்தர்ப்பத்தில் விரிவான வடிகால் அமைப்புகளும் உப்பு நீக்கு முறைகளும் கடைபிடிக்க வேண்டியுள்ளன. சில இடங்களில் அதிகச் செலவு ஏற்படும் காரணமாக சாகுபடி செய்யமுடியாமல் போய்விட்டது.

நீக்க அளவு
(Leaching requirements)

பயிர்களின் வேர்ப்பகுதிகளிலிருந்து, உப்புகளை நீக்க வேண்டிய அளவிற்கான பாசன நீரின் அளவை 'நீக்க அளவு' எனக் குறிப்பிடலாம். நீக்க அளவானது, பாசன நீரிலுள்ள உப்பின் அளவையும், மண் கரைசலின் உப்பு அடர்த்தியை எந்த அளவுக்குப் பயிர்கள் தாங்கிக்கொள்ளும் என்ற அளவையும் பொறுத்துள்ளது. பாசன நீரை ஒரே பரவலாக உபயோகப் படுத்தும்போதும், அதிகப்படியான உப்பு நீக்கம் இல்லாத போதும், உப்பின் அடர்த்தி வேர்ப்பகுதியின் கீழ்ப்பாகத்தில் தான் அதிகமாக இருக்கும். இந்த அடர்த்தியும் வடிகால் நீரின் உப்பு அடர்வும் ஒரே அளவிலிருக்கும்.

வடிகால் நீரின் உப்பு அடர்த்தியானது, பாசன நீரின் உப்பு அடர்த்தியைவிட அதிகமாயிருப்பதற்குக் காரணம், பயிரின் நீர்ச் செலவேயாகும் (consumptive use).

நீக்க அளவைச் சரியாகக் கணிப்பது எளிதன்று. காரணம் மண்ணில் நீரோட்டம், நீர் நிலைமாற்றம், இரசாயனக் கிரியைகள் ஆகியவற்றை வகைப்படுத்தி ஒரு தத்துவத்தின் அடிப்படையில் முறைப்படுத்தி விடைகாணும் அளவுக்கு முன்னேற்றம் ஏற்படவில்லை. ஆகையால், சில விதிகளுக்கு உட்பட்டு சுலபமான முறையில் விடைகாண முயற்சி செய்யப்பட்டுள்ளது. அந்த விதிகளாவன:

பாசன நீரை ஒரே நிதானமான அளவில் சேர்த்தல்; மழை நீரின் அளவைக் கணக்கிலிருந்து ஒதுக்கிடுதல்; அறுவடை செய்த பயிர்மூலம் உப்பு நீக்கம் இல்லையெனக் கொள்ளல்; மண் நீரோட்டம் ஒரே நிதானமானதாகக் (steady) கொள்ளல்; வடிகாலில் குறிப்பிட்ட அளவு உப்பு வெளியேறுதல்; பாசன நீர் அளவு, வடிகால் அளவு நீண்டகால சராசரி அளவாகக்

கொள்ளல்; வேர்ப்பகுதியின் ஈரம், ஆழம், உப்பின் அளவு, கேட்டயான் நிலை மாற்றக் கிரியைகள், மண்ணின் வடிகால் தன்மைகள் ஆகியவற்றை மதிப்பீட்டில் சேர்ப்பதில்லை.

இந்த நிபந்தனைகளின் பேரில் $LR = \frac{D_{dw}}{D_{iw}} = \frac{EC_{iw}}{EC_{dw}}$ ......(4) இதில்

LR = உப்பு நீக்க அளவு (leaching requirement) $EC_{dw} = 8$ (mm hos/cm) மில்லிமோ அளவைத் தாங்கும் சக்தியுடைய

பயிர்களுக்கு, $LR = \frac{D_{dw}}{D_{iw}} = \frac{EC_{iw}}{8}$ ....(5)

பாசன நீரின் அளவு EC_{iw} = 1, 2, 3 மில்லிமோ ஆகவிருந்தால் நீக்க அளவு பாசன நீரில் 13, 25, 38 சதவீதமாகும். மழை நீர், உப்பு வடிதல், அறுவடையில் உப்பு நீக்கம், மண்ணில் ஜிப்சம் இவற்றையெல்லாம் பூஜ்யம் எனக் கொண்டதால், மேற்கண்ட மதிப்பு உச்சநிலை மதிப்பாகும்.

மழை நீரைக் கணக்கிடும்போது, பாசன நீர், மழை நீர் அளவு நீண்டகால சராசரி அளவுகளாக இருக்கவேண்டும்.

$$EC_{(rw+iw)} = \frac{D_{rw}\, EC_{rw} + D_{iw}\, EC_{iw}}{D_{rw} + D_{iw}} \quad ....(6)$$

$EC_{(rw+iw)}$ = மழை நீர், பாசன நீர் ஆகியவைகளின் நீண்ட கால சராசரி அளவுகளாகும்.

D_{rw} = மழை நீரின் அளவு

D_{iw} = பாசன நீரின் அளவு

பலத்த மழையினால் உப்பு நீக்கம் வெகு குறுகிய காலத்தில் அதிகமாகிவிட்டால் $EC_{(rw+iw)}$ மதிப்பு வெகுவாக மாறுபடும்.

பாசன நீரின் அளவைப் பயிர்களின் தேவைக்குத் தகுந்தாற் போல் உபயோகிக்கும்போதும் பயிர்களின் நீர்ச் செலவைக் கணக்கில் கொண்டுவரவேண்டும்.

$$D_{iw} = D_{cw} + D_{dw} \quad ....(7)$$

D_{iw} = பாசன நீரின் அளவு

D_{cw} = பயிரின் நீர்ச் செலவு (consumptive use)

D_{dw} = வடியும் நீர் அளவு (drainage water)
சமன்பாடு (4) ஆக உபயோகித்து

$$D_{iw} = D_{cw}/(1-LR)$$
$$= D_{cw}\left(\frac{EC_{dw}}{EC_{dw} - EC_{iw}}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

L R மதிப்பு அதிக உவர் தன்மையுள்ள இடங்களில் பொருத்தமாக இருக்கும். மற்ற இடங்களில் அவ்வளவு சரியான மதிப்பைக் கொடுக்காது. காரணம், LR சமன்பாட்டை உருவாக்கும்போது ஏற்படுத்திய நிபந்தனைகள் நடைமுறையில் முழுமையாக ஒத்துக்கொள்ள முடியாதவை.

சில பாசன நீர்களில் நச்சுத் தன்மையுள்ள போரான் (Boron) அயான்கள், குளோரைடு அயான்கள் கரைந்திருக்கும். இந்த அயான்களை எந்த அளவில் அனுமதிக்கலாம் என்று தீர்மானம் செய்துவிட்டால், C_{dw} அனுமதிக்கும் அளவு என்று வைத்துக்கொண்டால் C_{iw} பாசன நீரில் அயானின் மதிப்பு

என்றால் $$\frac{D_{dw}}{D_{iw}} = \frac{C_{iw}}{C_{dw}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

உப்பு நீக்க முறைகள்
(Leaching methods)

சிறிய வரப்புகள் அமைத்தோ பாத்திகள் கட்டியோ நீரைத் தேக்கி வைத்து, நீர் கீழ்நோக்கிப் போக வசதி அமைக்க வேண்டும். நீர் கீழ்நோக்கி மண்ணுள் நகரும்போது கரைந்த உப்புகளை வேர்ப்பகுதிகளிலிருந்து நீக்கிக் கீழ் எடுத்துச் செல்கிறது. இம்முறையினால் வேண்டாத உப்புகள் வேர்ப் பகுதியிலிருந்து நீக்கப்படுகின்றன. சரியான நிலங்களில் சம உயர (contour) வரப்புகள், குழிகள் அமைத்து நீரைத் தேக்கி உப்பு நீக்கம் செய்யவேண்டும். பயிர் வளரும்போது, அடிக்கடி அதிகமாக பாசன நீரைத் தேக்கி, உப்பு நீக்கம் செய்யவேண்டும். நீர் கிடைக்கும் அளவைப் பொறுத்து, தொடர்ந்தோ இடைவெளி விட்டோ உப்பு நீக்கம் செய்யலாம். ·3—·45 மீட்டர் ஆழத்திற்குள் நீரைத் தேக்க வேண்டும். தொடர்ந்து உப்பு நீக்கம் செய்தால் 90 நாள் களுக்குமேல் போகக் கூடாது. மண்ணின் நீர் கடத்தும் திறனைப் பொறுத்தும், மண்ணில் நல்ல நீர் கடத்தும் மண் கண்டம் எவ்வாறு அமைந்திருக்கிறது என்பதைப் பொறுத்தும்,

நீரின் அளவும் காலமும் மாறுபடும். உதாரணமாக, நல்ல நீர் கடத்தும் மண் கண்டம் 1·5—3 மீட்டருக்குள் இருந்தால் களிமண் போன்ற நிலத்தில் 180 முதல் 210 நாள்களும், மணல் போன்ற நிலங்களில் 0—30 நாள்கள் வரை உப்பு நீக்கம் நடந்த தாகக்கூறப்படுகிறது.வெப்பப்பிரதேசத்தில்மழைக்காலங்களில் நீர் அதிகமாகக் கிடைக்கும்போது உப்பு நீக்கம் செய்யலாம். நல்ல வடிகால் வசதி அமைக்காவிட்டால் சில சந்தர்ப்பங்களில் நீர்நிலை உயர்ந்து பயிர்களுக்குச் சேதம் விளைவிக்கும். ஆகவே, நல்ல வடிகால் வசதி மிகவும் அவசியமான இணைந்த முறையாகும். உப்பு நீக்கம் செய்த பிறகு மண்ணில் உப்பின் அடர்த்தியை மண் சோதனை செய்து கண்டுபிடித்து, உப்பு நீக்கம் எவ்வளவு பயனுள்ளது என நிர்ணயம் செய்ய வேண்டும். உப்பு நீக்கம் செய்வது தொடர்ந்து செய்ய வேண்டியிருக்கும். உப்பு நீக்கத்தோடு, மற்றப் பயிர் களுக்கு உணவுச் சத்து கொடுக்கும் உப்புகளும் நீக்கப் படலாம். முக்கியமாக நைட்ரஜன் வெகுவாக நீக்கப்படும். ஆகவே, நைட்ரஜன் குறைவைச் சரிக்கட்ட உரத்தைச் சேர்க்க வேண்டும். அத்துடன் பசுந்தழைபோன்ற பயிர்களை வளர்த்து மண்ணில் உழுதுவிட்டால், மண்ணின் கட்டமைப்பு (structure) மேம்பாடு அடையும். கூடியமட்டும், உப்பு நீக்கம் நடந்த வுடன் நிலத்தை சும்மா போட்டுவிடாமல் விவசாயம் செய்ய வேண்டும். பொதுவாக நிலத்தை நன்முகச் சமன்செய்து, நீரை ஒரே அளவில் பாய்ச்சினுல் உப்பு குறையும். உப்பினைத் தாங்கும் பயிர்களை வளர்ப்பது நல்லது. பாசன நீரில் உப்பு அதிகமாயிருப்பின் எப்போதும் பாசன முறைகளையும், உப்பு நீக்க முறைகளையும் இணைத்து, தகுந்த பயிர்களையும் தேர்ந் தெடுத்து சாகுபடி முறைகளைத் தகுந்தவாறு அமைத்துக் கொள்ளவேண்டும்.

உவர் நிலத்தில் வடிகால் முறைகள்

ஏற்கெனவே மேல் வடிகால்கள், கீழ் வடிகால்கள் அமைக்கும் முறையையும் அவசியத்தையும் பார்த்தோம். வடிகால் அளவானது, சீதோஷ்ண நிலையையும், மண்ணின் குணங்களையும், பயிர்களின் தன்மையையும் பொறுத்துள்ளது. மண்ணுள் வேண்டிய அளவு காற்றோட்டம் உண்டாக்கவும், பயிர்களின் வேர்களின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கவும், மண்ணிலுள்ள ஈரமானது உழவு முறைகளை நல்லபடியாகச் செய்து முடிக்கவும் வடிகால் வசதி அவசியமெனவும் பார்த் தோம். பொதுவாக நில நீர் நிர்வாகத்தில், பாசனமுறை

வெற்றிகரமாகத் தொடர்ந்து நல்ல பலனையளிக்க, வடிகால் வசதிகளையும் வேண்டிய அளவிற்கு இணைத்துச் செயலாற்ற வேண்டும் என்பதனையும் பார்த்தோம்.

வடிகாலமைப்பில் குறைந்த பட்சம், வேர்ப்பகுதியிலுள்ள உப்பின் அளவு பயிர்களின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்காத நிலைக்கு நீர் வேர்ப்பகுதி மூலம் வடியவேண்டும். இந்த அளவு நீரை D_{dw} என வைத்துக் கொண்டால்,

$D_{iw} = D_{cw} + D_{dw}$ இதில்

D_{cw} = பயிர்ச் செலவு நீர் அளவு

D_{dw} = வடியும் நீர் அளவு

D_{iw} = பாசன நீர் அளவு

$$LR = \frac{D_{dw}}{D_{iw}} = \frac{EC_{iw}}{EC_{dw}}$$

$$D_{dw} = \frac{D_{cw}}{I-LR} \cdot LR$$

$$= \frac{EC_{iw}}{EC_{dw} - EC_{iw}} D_{cw}$$

ஆகவே வடிகட்டும் நீரின் அளவை, பாசன நீரின் மின் கடத்தும் திறன் மூலமும், பயிரின் நீர்ச்செலவு மூலமும், பயிரின் உப்பைத் தாங்கும் சக்தியின் EC_{dw} மூலமும் நிர்ணயிக்கலாம். வடிகட்டும் நீரின் மின் கடத்தும் திறன், பயிரின் உப்பைத் தாங்கும் சக்தியைக் குறிக்கிறது. D_{dw} ஆனது, பக்கவாட்டு நீரோட்டத்தால் வடிகாலில் வந்துசேரும் நீரைக் கணக்கில் சேர்க்கவில்லை. குறிப்பிட்ட EC_{dw} உள்ள நிலையில், D_{dw} குறைந்த பட்ச வடிகால் நீரின் அளவைக் குறிப்பிடுகிறது. உதாரணமாக $EC_{iw} = 8$ ஆகக் கொண்டால் (பெரும்பாலான பயிர்களின் உப்பு தாங்கும் சக்தி $EC_{dw} = 8$) $EC_{iw} = \cdot 5, 1, 2, 4$ ஆகவும் இருந்தால் வடிகால்மூலம் மண்ணில் வடிய வேண்டிய நீரின் அளவு, பயிர்களின் நீர்ச் செலவில் (D_{cw}) *7, 14, 33, 100* சதவீதமாக இருக்கும். நீர்ப் பாய்ச்சலின் திறன் (water

application efficiency) E எனக் கொண்டால்,

$$E = \frac{D_{cw}}{D_{iw}}$$ ஆகும்.

$$D_{iw} = D_{cw} + D_{dw}$$

$$\therefore \frac{D_{dw}}{D_{iw}} = 1 - E$$

$$D_{dw} = D_{iw}(1 - E) = D_{cw}\left(\frac{1}{E} - 1\right)$$

நீர்ப்பாய்ச்சல் திறனை அளவிட்டுப் பார்க்கும்போது, E 25% அளவுக்குக் குறைந்தும், உயர்ந்த பட்சம் 80% ஆகவும் இருக்கிறது. இந் நிலையில் வடிகால் நீரானது (D_{dw}) பாசன நீரில் (D_{iw}) 20 முதல் 75% அளவாகவும், நீர்ச் செலவில் (D_{cw}) 25 முதல் 300 சதவீதமாகவுமிருக்கும். வடிகால் நீரின் மொத்த அளவானது, மேற்கண்ட சமன்பாட்டு மூலம் கணக்கிடும் அளவோடு பாசன வாய்க்கால்களிலிருந்து வரும் கசிவு நீரையும், ஊற்றுப் பகுதி (Artesian aquifer)-லிருந்து கசிந்து வரும் நீரையும் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். பாசன வாய்க் கால்களின் கசிவு நீரானது 30 முதல் 50 சதவீதமாகும். கரைகிற உப்புகளை வடிகால் வசதிமூலம் வேர்ப்பகுதியிலிருந்தும் நிலத்திலிருந்தும் நீக்கி, நிலத்தின் உற்பத்தித் திறன் குறைந்து விடாமல் பாதுகாக்கலாம். ஆனால், கரையும் தன்மையில்லாத உப்புகளாகிய, சோடியம் போன்றவற்றை நீக்க இரசாயனத் திருத்திகளை உபயோகப்படுத்த வேண்டும்.

இரசாயனத் திருத்தம்
(Chemical amendments)

இரசாயனத் திருத்திகளை உபயோகித்து உப்பு நீக்கம் செய்யும்போது, மண்ணின் தன்மையையும், உப்பு நீக்க அளவையும், பொருளாதார இலாபத்தையும் பரிசீலிக்க வேண்டும்.

இரசாயனத் திருத்திகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப் படுத்தலாம்.

களர் நிலத்தில் சேர்க்கும் இரசாயனத் திருத்திகள் (amendments)	இரசாயனப் பொருள்கள்
—	—

கரைவு தன்மையுள்ள கால்சியம் உப்புகள் (soluble calcium salts)	கால்சியம் குளோரைடு ஜிப்சம்
—	—
அமிலங்கள் அல்லது அமில உண்டாக்கிகள் (acids or acid formers)	கந்தகம் சல்ஃபூரிக் அமிலம் அயர்ன் சல்பேட் அலுமினியம் சல்பேட் லைம் கந்தகம்
—	—
கரைவு குறைந்த கால்சியம் உப்புகள் (low soluble calcium salts)	சுண்ணாம்புக்கல்

நிலச் சீர்திருத்தத்தில், மேற்கண்ட இரசாயனத் திருத்திகள் முக்கியப் பங்கு வகித்தாலும், அவற்றின் உபயோகம் நிலத்திலுள்ள களர் மண் கார்பனேட்டைப் (alkaline-earth carbonate) பொறுத்தும், pH அளவைப் பொறுத்தும் உள்ளது. களர் மண்ணை, இரசாயனத் திருத்திகளின் உபயோகத்தைப் பொறுத்து மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். (1) களர்-மண்-கார்போனேட்டுள்ள (alkaline-earth carbonate) மண்கள், (2) pH அளவு 7·5-க்கு மேலும், களர் மண் கார்பனேட் இல்லாத மண், (3) pH அளவு 7·5-க்குக் கீழும் களர் மண் கார்பனேட் இல்லாத மண்.

மண் வகை (1)-ல் கரைகிற கால்சியம் உப்புகளும், அமிலங்கள், அமில உண்டாக்கிகளும் உபயோகப்படுத்தலாம். இம் மண்ணில் சுண்ணாம்புக்கல் (lime stone) உபயோகப்படாது. மண் வகை (2) (3)-ல் அமிலத்தையும், அமில உண்டாக்கிகளையும் உபயோகித்தால், மண் அமில நிலையை அடைகிறது. வறண்ட பிரதேசத்தில் மண் அமில நிலையை அடையும்போது pH மதிப்பு 6 முதல் 6·5 ஆக இருக்கும் போது, பயிர்களுக்குச் சாதகமாகவேயுள்ளது. pH அளவு கூடும்போது சுண்ணாம்புக்கல் கரைவது குறைவதால், சுண்ணாம்புக் கல்லை மண் வகை (2) (3)-க்கு உபயோகப்படுத்தும்போது பலனும், pH அளவைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. டி-சிக்மாண்ட் (De Sigmand, 1938) என்பவர் pH அளவுக்கும் சுண்ணாம்புக்கல்லின் ($CaCO_3$) கரையும் தன்மைக்கும் உள்ள தொடர்பைக் கணக்கிட்டுள்ளார். இத் தொடர்பைப் பின் வரும் அட்டவணை விளக்குகிறது.

அட்டவணை

pH அளவும் $CaCO_3$ கரைதன்மையளவும்

$CaCO_3$இன் pH மதிப்பு	$CaCO_3$இன் கரைவு தன்மை (meq/l)
6·21	19·3
6·50	14·4
7·12	7·1
7·85	2·7
8·60	1·1
9·20	0·82
10·12	0·36

மேற்கண்ட புள்ளி விவரத்திலிருந்து, சுண்ணும்புக்கல் ($CaCO_3$) pH அளவு 7·5-க்கு மேலுள்ள நிலத்தில் அவ்வளவு பலன் கொடுக்காது என்றும், pH அளவு 7·5-க்கு கீழுள்ள நிலத்தில் பலன் கொடுக்கும் என்றும் விளங்குகிறது. ஆகவே மண் வகை (3)-ல் சுண்ணும்புக்கல் உபயோகப்படுத்தினுல் பலன் கிடைக்கும். ஆனுல் மண் வகை (2)-ல் பலன் கிடைப்பது சந்தேகமேயாகும்.

அயன் மாற்று சோடியத்தின்(exchangeable sodium)அளவை எந்த அளவுக்குக் குறைக்கவேண்டுமென்பதை நிர்ணயிக்க, அயன் மாற்று சோடியம், கேட்டயான் மாற்றுத் திறன் (cation exchange capacity) இவற்றைக் கணக்கிடவேண்டும். கீழ்க்கண்ட உதாரணம் இந்த நிர்ணய உபயோகத்தை விளக்குகிறது. 0·3 மீட்டர் ஆழம் மண்கண்டம் களர் மண்ணுக இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். அம் மண்ணில் அயன் மாற்று சோடியம் 100 கிராமிற்கும் 4 meq ஆகவும் 100 கிராமிற்கு 10 meq கேட்டயான் மாற்றுச் சக்தியாகவும் வைத்துக்கொள் வோம். எனவே, அயன் மாற்றுச் சோடியம் சதவீதம் 40 ஆகும். இந்த அயன் மாற்றுச் சோடியத்தின் சதவீதத்தை 10-க்குக் கொண்டுவர வேண்டுமென்று நினைத்தால், 100 கிராமிற்கு, 3 meq அயன் மாற்றுச் சோடியத்தை நிலை மாற்றவேண்டும். அதாவது 100 கிராமிற்கு 3 meq இரசாயன திருத்திச் (amendment) சேர்க்கவேண்டும். கீழ்க்கண்ட அட்டவணையிலிருந்து, ஏக்கருக்கு 5·2 டன் ஜிப்சம் அல்லது 0·96 டன் கந்தகம் தேவையென நிர்ணயிக்கலாம். ஜிப்சம் தவிர மற்றத் திருத்திகளை உபயோகப் படுத்தவேண்டுமானுல், கந்தகத்தை கந்தகத்திற்குச் சமமாக

வுள்ள மற்றத் திருத்திகளின் அளவுகளுடன் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

திருத்திகள் (amendments)	1 டன் கந்தகத்திற்கு சமமான எடை (டன்னில்)
கந்தகம்	1·00
லைம் கந்தகம்	4·17
கந்தக அமிலம்	3·06
ஜிப்சம்	5·38
இரும்பு சல்ஃபேட்	8·69
அலுமினியம் சல்ஃபேட்	6·94
சுண்ணாம்புக்கல் ($CaCO_3$)	3·13

வேண்டிய நிலைக்கு அயன்மாற்று சோடியத்தைக் குறைக்க வேண்டிய ஜிப்சமும் கந்தகமும் :

அயன்மாற்று சோடியம் (meq/100 gm. soil)	ஜிப்சம் Tons/ acre ft.	ஜிப்சம் Tons/ acre six inches	கந்தகம் Tons/ acre ft.	கந்தகம் Tons/ acre six inches
1	1·7	0·9	0·32	0·16
2	3·4	1·7	0·64	0·32
3	5·2	2·6	0·96	0·48
4	6·9	3·4	1·28	0·64
5	8·6	4·3	1·60	0·80
6	10·3	5·2	1·92	0·96
7	12·0	6·0	2·24	1·12
8	13·7	6·9	2·56	1·28
9	15·5	7·7	2·88	1·55
10	17·2	8·6	3·20	1·60

மேற்கண்ட அட்டவணையில்

(1) ஜிப்சத்தின் அளவு 0·1 டன்னுக்கு சரிசெய்து கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

(2) ஒரு ஏக்கர் அடிமண்ணின் எடை சுமாராக 4,000,000 ராத்தல்.

(3) ஒரு ஏக்கர் 6 அங்குல மண்ணின் எடை சுமாராக 2,000,000 ராத்தல் எனவும் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது.

பொதுவாக மேற்கண்ட ஜிப்சம், கந்தகம் அளவை 1·25ஆல் பெருக்கி வந்த அளவை நிலத்தில் சேர்ப்பது நலம். ஏனெனில் ஜிப்சத்திற்கும், அயன்மாற்று சோடியத்திற்கும் உண்டாகும் இரசாயனக் கிரியை முழுமை பெறுவதில்லை. எந்த அளவிற்கு கால்சியம், சோடியத்தை இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது என்பது திட்டவட்டமாக முடிவான விஷயமில்லை. இருப்பினும் ·15—·3 மீட்டர் மண் கண்டத்தில், இந்த இடப் பெயர்ச்சியின் நிலை ஆராயப்பட்டுள்ளது. கிடைத்த புள்ளி விவரங்களிலிருந்து, அயன்மாற்ற சோடியத்தின் சதவீதம் 25-க்கு மேலிருந்தால், 90 சதவீதம் கால்சியமானது சோடியத்தை இடப்பெயர்ச்சி (replacement) செய்கிறது எனத் தெரிகிறது.

எவ்வகையான இரசாயனத் திருத்திகள் சேர்க்கவேண்டு மென்பது எந்த வேகத்தில் ரசாயனக் கிரியை முழுமைபெற வேண்டுமென்பதைப் பொறுத்துள்ளது. கால்சியம் குளோரைடு அதிவேகமாகக் கரைந்து இரசாயனக் கிரியை முடித்தாலும், விலை அதிகமாக இருப்பதால் பொதுவாக இதை உபயோகிப்ப தில்லை. கந்தக அமிலம், அயர்ன் அலுமினியம் சல்ஃபேட்டுகளும் விரைவில் இரசாயனக் கிரியையை முடிக்கின்றன. கந்தக அமிலம் சில சமயங்களில் மலிவாக இருக்கின்றன; ஆனால், அயர்ன் அலுமினிய சல்ஃபேட்களின் விலை அதிகமாகஉள்ளது. ஜிப்சம் விலை குறைவாக இருப்பதால், மெதுவாக இடப் பெயர்ச்சி செய்தாலும் அதிக உபயோகத்திலிருக்கிறது. பொதுவாக, ஜிப்சம் சோடியத்தை இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் வேகமானது நீரில் கரையும் அளவைப் பொறுத்துள்ளது. 100 மெஷ் (mesh) சல்லடையில் 85 சதம் கரையும் அளவுள்ள ஜிப்சத்தை ஏக்கருக்கு 4—5டன் உபயோகித்தால் ·9—1·2 மீட்டர் பாசன நீர் தேவையெனத் தெரியவருகிறது.

கந்தகம், சல்பேட்டாக மாறியபின்தான் இடப்பெயர்ச்சி கிரியை உண்டாகிறது. நல்ல சூழ்நிலையில் ஏக்கருக்கு 1 டன் கந்தகம் உபயோகிக்கும்போது சல்பேட்டாக மாற 2-3 வார மாவது தேவைப்படுகிறது. அதிக அளவு கந்தகம் சேர்த்தால் அதிக காலம் தேவைப்படுகிறது. கந்தகம் உபயோகிக்கும் போது நன்றாக மண்ணில் கலக்கும்படி உபயோகிக்க வேண்டும்.

சுண்ணாம்புக் கல்லை (lime stone) களர் நிலத்தில் உபயோகிக்கும்போது, *pH* அளவைப் பொறுத்து கரைதன்மை வேறு

படுகிறது. மண், அமில நிலைமையிலிருந்தாலொழிய சுண்ணும்புக்கல்லானது மெதுவாகவே வேலை செய்யும். சுண்ணும்புக் கல், ஜிப்சம், கந்தகம் இவை நல்ல பொடி வடிவத்திலிருந்தால் (fine particles) வேகமாக வேலை செய்யும்.

திருத்திகளின் உபயோகம்

இரசாயனத் திருத்திகளை மண்ணில் சேர்க்குமுன், கரைகிற உப்புகளை நீரினுல் கழுவி, உப்பு நீக்கம் (leaching) செய்வது நல்லது. கரை தன்மையுள்ள உப்பை நீக்கிவிட்டால் அதிக அளவு கால்சியம் அயன் மாற்ற சோடியத்தை இடப்பெயர்ச்சி செய்யக் கிடைக்கிறது. சில சமயங்களில் களர்-உவர் நிலத்தைக் கழுவி உப்பு நீக்கம் செய்யும்போது, நிலத்தின் நீர் கடத்தும் திறன் குறைவுபடுகிறது. ஆகவே, இரசாயனத் திருத்திகள் நிலத்தில் சேர்க்குமுன்பு உப்பு நீக்கம் செய்யவேண்டுமா இல்லையா என்பது, நிலத்தின் நீர் கடத்தும் திறனைப் பொறுத்து முடிவு செய்யப்படவேண்டும்.

கந்தகம், சுண்ணும்புக்கல், ஜிப்சம் போன்ற திருத்திகளை நிலத்தில் விதைத்துப்பின்பு உழுதுமண்ணில் நன்குகக் கலக்கும்படி செய்யவேண்டும். கந்தகத்தை உபயோகப்படுத்தும் போது இந்த அம்சத்தை முக்கியமாகக் கவனிக்கவேண்டும். கந்தக அமிலம் உபயோகப்படுத்துவது அபாயகரமாக இருப்பதால், அதைத் தெளிப்பதற்கு விசேஷமாகத் தயாரிக்கப்பட்ட இயந்திர சாதனங்கள் உள்ளன. சாதாரணமாக, திருத்திகளை மண்ணின் மேல்பாகத்தில் சேர்த்தாலும், அயன் மாற்ற சோடியம் அடி மண்ணிலிருந்தால், திருத்திகளை அடி மண்ணில் சேர்ப்பது நலம். ஆழ உழும் கலப்பைக்குப் பின் திருத்திகளைப் போட்டு அடி மண்ணில் சேர்க்கலாம். சில சமயங்களில் திருத்திகளைப் பாசன நீரில் கரைத்துவிடுவதும் பழக்கத்திலிருந்து வருகிறது.

களர்-உவர் நிலங்களைத் திருத்திகளைச் சேர்த்து நீர் சேர்த்து உடனே உப்பு நீக்கம் செய்யவேண்டும். ஆனுல், கந்தகம் சேர்க்கும்போது, ஆக்ஸிகரணம் முழுமைபெற்றுசல்ஃபேட்டாக மாறுவதற்குக் காலம் தேவையாகையால், உடனே நீர் சேர்த்து உப்பு நீக்கம் (leaching) செய்யக்கூடாது. ஆனுல், நிலத்தை ஈரமாக வைத்திருந்தால்தான் நுண் அணுக்களால் (microbes) ஆக்ஸிகரணம் நடைபெற ஏதுவாயிருக்கும். களர் நிலத்தின் பௌதிகக் குணங்களை (physical properties) அபிவிருத்திச்

செய்ய அயன் மாற்று சோடியத்தை நீக்குவதோடு, மண் துகள் களின் பருமனும் மாறவேண்டும். மாற்றி மாற்றி மண்ணை நனைத்துக் காயவைப்பதிலும், பயிர்களின் வேர்களின் செயல் களாலும், மண்ணின் பௌதிகக் குணங்கள் அபிவிருத்தி யாகின்றன.

நீர் சேர்த்தும், இரசாயனத் திருத்திகளில் சேர்த்தும் உப்பை நீக்கி நிலத்தைத் திருத்துவது ஓரளவு அதிகச் செலவை உண்டாக்குவதால், சீர்திருத்த முறைகளை அதிக அளவில் உபயோகிக்கு முன், முறைகளின் உபயோகத்தைச் சோதனை செய்து பார்ப்பது நல்லது.

இதுவரை, களர் உவர் நிலச் சீர்திருத்த முறைகளை ஆராயும்போது, வறண்ட பிரதேசங்களிலும் (arid region) மிதமான வறண்ட பிரதேசங்களிலும் (semi arid region) உண்டாகும் உப்புப் பிரச்சினைகள் குறிப்பிடப்பட்டன.

நெதர்லாந்து போன்ற குளிர்ப்பிரதேசங்களில் இப்பிரச்சினை களைப்பற்றிச் செய்த ஆராய்ச்சிகளையும், செயல்முறைகளையும் மனத்தில் கொள்வது அவசியமாகும். அடிப்படையான தத்து வங்கள் ஒரே மாதிரியாக இருந்தாலும், குளிர்ப் பிரதேசங்களில் பயிரின் நீர்ச்செலவைக் காட்டிலும், மழைநீர் அதிகமாக இருப் பதால், கரை தன்மையுள்ள உப்பு மழை நீரால் நீக்கப் படுகிறது. குறிப்பாக நெதர்லாந்தில் கடல் மண்ணைத் திருத்தி விளை நிலமாக்குவதால் உப்புப் பிரச்சினையுண்டாகிறது. மிகவும் கவனமாக அமைத்த, நில, நீர் நிர்வாக முறைகளாலும், விஞ்ஞானிகளின் விடா முயற்சிகளாலும், உப்புப் பிரச்சினை களை வெற்றிகரமாகச் சமாளித்து, பல ஆயிரக்கணக்கான ஏக்கர் நிலங்களை நல்ல விளைநிலமாக மாற்றி அமைத்துப் பயன்பெற்று வருகிறார்கள். வான்டென் பெர்க் (Vanden Berg, 1952) என்ற ஆராய்ச்சியாளர் இவ்வித முறைகளைப்பற்றி விரிவாக ஆய்வு செய்து நூல்கள் வெளியிட்டுள்ளார்.

இணைப்பு—1

DRAIN TILE SPECIFICATIONS

E 1. Classes of Drain Tile

These specifications cover two classes of drain tile: standard for tile laid in trenches of moderate depths and widths and extra-quality for tile laid in trenches of considerable depths or widths or both. Drain tile subject to these specifications may be made of shale, fire clays, surface clays, suitably burned, or portland cement.

E 2. Chemical Requirements and Tests

The purchaser may specify special requirements for resistance of drain tile to damage where soils or drainage waters are markedly acid (*p*H of 6·0 or lower) or where they contain unusual quantities of soil sulfates, chiefly sodium or magnesium, singly or in combination (assumed to be 3000 ppm or more).

E 3. Physical Requirements and Tests

Strength and absorption. Strength and absorption requirements for tile upto 24 inches in diameter are given in Table E1.

Table E1

Tile diamete in inches	Standard			Extra quality		
	Suppor-ting strength lb per ft.	Max. absorption in percent		Suppor-ting* strength, lb per ft.	Max. absorption in percent	
		Clay tile	Concrete tile		Clay tile	Concrete tile
4-12	800	13	10	1100	11	8
15	870	13	10	1100	11	8
18	930	13	10	1200	11	8
21	1000	13	10	1400	11	8
24	1130	13	10	1600	11	8

*Three-ebge bearing method.

Size and minimum lengths: The nominal sizes of drain tile shall be designated by their inside diameter. Tile less than 12 inches in diameter shall be not less than their diameter; and 30 inches tile or larger not less than 30 inches in length.

Other Physical Properties: Some of the General physical requirements for the two classes of drain tile are given in Table E 2. Drain tile while dry shall give a clear ring when stood on end and tapped with a light hammer. They shall also be reasonably smooth on the inside. Drain tile shall be free from cracks and checks extending into the tile in such a manner as to decrease its strength appreciably. They shall be neither chipped nor broken so as to decrease their strength materially or to admit soil into the drain.

Table E2 DISTINCTIVE GENERAL PHYSICAL PROPERTIES OF DRAIN TILE

Physical Properties Specified	Standard	Extra quality
Number of freezings and thawings (reversals)	36	48
Permissible variation of average diameter below specified diameter per cent	3	3
Permissible variation between maximum and minimum diameters of same tile, percentage of thickness of wall	75	65
Permissible variation of average length below specified length, per cent	3	3
Permissible variation from straightness percentage of length	3	3
Permissible thickness of exterior blisters humps, and flakes which do not weaken tile and are few in number, percentage of thickness of of wall	20	15
Permissible diameters of above blisters, lumps, and flakes percentage of inside diameter	15	10
General Inspection	Rigid	Very rigid

Note: Condenced from ASTM tentative Specifications for Drain Tile ASTM Designation C4-50T (1950).

அளவை மாற்றம்

மெட்ரிக் முறை – ஆங்கில முறை

நீளம்

1	மீட்டர்	...	3·2808 அடிகள்
1	மீட்டர்	...	39·37 அங்குலங்கள்
1	செ. மீட்டர்	...	0·3937 அங்குலம்
1	கி. மீட்டர்	...	0·6214 மைல்கள்

பரப்பு

1	சதுர மீட்டர்	...	10·764 சதுர அடி
1	சதுர செ. மீட்டர்	...	0·155 சதுர அங்குலம்
1	சதுர கி. மீட்டர்	...	0·3861 சதுர மைல்
1	ஹெக்டேர்	...	10,000 சதுர மீட்டர்கள்
1	ஹெக்டேர்	...	107,640 சதுர அடிகள்
1	ஹெக்டேர்	...	2·471 ஏக்கர்கள்

கன பரிமாணம்

1	கன மீட்டர்	...	35·314 கன அடிகள்
1	கன மீட்டர்	...	1·308 கன கஜங்கள்
1	கன மீட்டர்	...	1000 லிட்டர்கள்
1	கன செ. மீட்டர்	...	0·061 கன அங்குலம்

வேக அளவு

1	கன மீட்டர்—ஒரு விநாடிக்கு	...	35·314 கன அடிகள் —ஒரு விநாடிக்கு
1	கன மீட்டர்—ஒரு மணிக்கு	...	0·278 லிட்டர்கள் —ஒரு விநாடிக்கு
1	கன மீட்டர்—ஒரு மணிக்கு	...	4·403 யு. எஸ். காலன் —ஒரு நிமிடத்திற்கு

(வேக அளவு தொடர்ச்சி)

1	கன மீட்டர்—ஒரு மணிக்கு	...	3·668 இம்பீரியல் காலன் கள்—ஒரு நிமிடத்திற்கு
1	லிட்டர்—ஒரு விநாடிக்கு	...	0·0353 கன அடி—ஒரு விநாடிக்கு
1	லிட்டர்—ஒரு விநாடிக்கு	...	15·852 யு. எஸ். காலன்கள் —ஒரு நிமிடத்திற்கு
1	லிட்டர்—ஒரு விநாடிக்கு	...	13·206 இம்பீரியல் காலன் கள்—ஒரு நிமிடத்திற்கு
1	லிட்டர்—ஒரு விநாடிக்கு	...	3·6 கன மீட்டர்கள் —ஒரு மணிக்கு

ஆங்கில முறை - மெட்ரிக் முறை

நீளம்

1	அடி	...	0·3048 மீட்டர்
1	அங்குலம்	...	2·54 செ. மீட்டர்
1	மைல்	...	5,280 அடிகள்
1	மைல்	...	1·609 கி. மீட்டர்

பரப்பு

1	சதுர அடி	...	0·0929 சதுர மீட்டர்
1	சதுர அங்குலம்	...	6·452 சதுர செ. மீட்டர்கள்
1	ஏக்கர்	...	43·560 சதுர அடிகள்
1	ஏக்கர்	...	0·4047 ஹெக்டேர்
1	சதுர மைல்	...	640 ஏக்கர்கள்
1	சதுர மைல்	...	258·99 ஹெக்டேர்கள்
1	சதுர மைல்	...	2·59 சதுர கி. மீட்டர்கள்

கன பரிமாணம்

1	கன அடி	...	0·0283 கன மீட்டர்
1	கன அடி	...	28·32 லிட்டர்
1	கன அடி	...	6·23 இம்பீரியல் காலன்கள்
1	கன அடி	...	7·48 யு. எஸ். காலன்கள்
1	கன அங்குலம்	...	16·39 கன செ. மீட்டர்கள்
1	கன கஜம்	...	0·7645 கன மீட்டர்
1	யு. எஸ். காலன்	...	3·7854 லிட்டர்கள்
1	யு. எஸ். காலன்	...	0·833 இம்பீரியல் காலன்
1	இம்பீரியல் காலன்	...	1·201 யு. எஸ். காலன்
1	இம்பீரியல் காலன்	...	4·5436 லிட்டர்
1	ஏக்கர்—அடி	...	1,233·5 கன மீட்டர்
1	ஏக்கர்—அங்குலம்	...	3,630 கன அடி
1	ஏக்கர்—அங்குலம்	...	102·8 கன மீட்டர்
1	ஏக்கர்—அடி	...	43,560 கன அடிகள்

வேக அளவு

1	கன அடி ஒரு விநாடிக்கு	...	0·0283 கன மீட்டர் ஒரு விநாடிக்கு
1	கன அடி ஒரு விநாடிக்கு	...	28·32 லிட்டர்கள் ஒரு விநாடிக்கு
1	கன அடி ஒரு விநாடிக்கு	...	448·8 யு. எஸ். காலன் ஒரு நிமிடத்திற்கு
1	கன அடி ஒரு விநாடிக்கு	...	373·8 இம்பீரியல் காலன் ஒரு நிமிடத்திற்கு
1	கன அடி ஒரு விநாடிக்கு	...	1 ஏக்கர்-அங்குலம் ஒரு மணிக்கு (சுமார்)
1	கன அடி ஒரு விநாடிக்கு	...	2 ஏக்கர்-அடி ஒரு நாளைக்கு (சுமார்)
1	யு. எஸ். காலன் ஒரு நிமிடத்திற்கு	...	0·06309 லிட்டர் ஒரு விநாடிக்கு
1	இம்பீரியல் காலன் ஒரு நிமிடத்திற்கு	...	0·07573 லிட்டர் ஒரு விநாடிக்கு

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

1. Soil: 'The 1957 Year Book of Agriculture,' The United States Department of Agriculture.

2. Water : 'The 1955 Year Book of Agriculture,' The United States Department of Agriculture.

3. 'Drainage of Agricultural Lands (1957)' Edited by James N. Luthin, Agronomy Volume 7, American Society of Agronomy.

4. 'Drainage Engineering' by James N. Luthin Wiley Eastern Private Limited, New Delhi (1970).

5. 'Soil and Water Conservation Engineering' by Richard K. Frevert and others. John Wiley & Sons. Inc. New York, 1955.

6. 'Agricultural Engineering Year Book,' 1961 Edition American Society of Agricultural Engineers.

7. 'Engineering Field Manual for Conservation Practices' 1969, USDA Soil Conservation Service.

8. 'Drainage—National Engineering Hand Book,' Section 16, Chapters 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11 and 12 U.S.D.A. Soil Conservation Service.

9. 'Irrigation—National Engineering Hand Book,' Section-15, Chapter I, USDA Soil Conservation Service.

10. 'Farm Drainage—USDA Farming Bulletin No. 2046'.

11. 'Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils' United States Salinity Laboratory Staff Agriculture Hand Book No. 60 USDA, 1954.

12. 'Hand Book on Irrigation Water Management' Water Management Division, Department of Agriculture, Government of India, New Delhi, 1971.

13. 'A Guide for Estimating Irrigation Water Requirements', Water Management Division, Ministry of Agriculture, Government of India, New Delhi, 1971.

14. 'Hand Book for Agricultural Drainage—Surface Drainage', Water Management Division, Ministry of Agriculture, Government of India, New Delhi, 1972.

15. 'Hand Book on Drainage' of Agricultural Lands—Part III Sub-surface Drainage: Water Management Division, Government of India, Ministry of Agriculture, New Delhi, 1972.

16. 'Hand Book of Hydrology—Central Unit for Soil Conservation (Hydrology and Sedimentation)', Ministry of Agriculture, Government of India, New Delhi, 1972.

17. 'Report of the Irrigation Commission,' 1972, Ministry of Irrigation and Power, Government of India, New Delhi.

18. 'Irrigation Water Resources Engineering' by Henry Oliver, Edward Arnold (Publishers) Ltd. London, 1972.

19. 'Optimizing the soil physical environment towards greater crop yields' Edited by Daniel Hillel Academic Press, New York, 1972.

20. 'விவசாய சாஸ்திரம்' திரு. வி. டி. சுப்பையா முதலியார், அமுத நிலையம் பிரைவேட் லிமிடெட், சென்னை-18 (1958.)

21. 'வேளாண்மையும், செய்முறைகளும்' டாக்டர் அ. மரியக் குழந்தை, பெ. வேலுசாமி, நியூ செஞ்சுரி புக் ஹவுஸ் பிரைவேட் லிட்., சென்னை-2 (1972).

கலைச்சொற்கள்

Absorb	—	உறிஞ்சு
Absorption	—	உறிஞ்சுகை
Absorption of water	—	நீர் உறிஞ்சுதல்
Acceleration	—	வேக விருத்தி விரைவு
Accumulation	—	குவிகை
Acid	—	அமிலம், காடி
Adhesive	—	ஒட்டுதல்
Adhesive force	—	ஒட்டுச் சக்தி
Adsorb	—	பற்றிக்கொள்
Aeration	—	காற்றோட்டம்
Aerial photographs	—	நிலத்தின் ஆகாயப்படம்
Aerobes	—	பிராணவாயுவின்றி வாழா நுண்ணுயிர்கள்
Affinity	—	கவர்ச்சி
Aggregate	—	கட்டு
Aggregation	—	கட்டுத் தொகுதி
Alkali	—	உவர், காரம்
Alkaline soil	—	உவர் மண்
Analysis	—	பகுப்பு, பாகுபாடு
Analysis gravimetric	—	எடைவிகிதப் பாகுபாடு
Analysis qualitative	—	குண விகிதப் பாகுபாடு
Analysis volumetric	—	கன விகிதப் பாகுபாடு
Anisotropic	—	ஒருக்கமின்மை
Apparent	—	புறத் தோற்றம், வெளிப்படை
Apparent specific gravity	—	போலி அடர்த்தி எண்
Appendix	—	இணைப்பு, சேர்க்கை
Appurtenances	—	துணைப் பாகங்கள்
Aquifer	—	ஊற்று நீர்க் கண்டம்

Arid area	—	வறண்ட பிரதேசம்
Artesian	—	நீரழுத்த ஊற்று
Artesian wells	—	நீரழுத்தக் கிணறு
Atmospheric pressure	—	வாயு மண்டல அழுத்தம்
Available	—	பயன்படத்தக்க, பயன்படும்
Bacteria	—	பாக்டீரியா, நுண் கிருமிகள்
Battery	—	அடுக்கு மின்கலம்
Black alkali	—	கருங்களர்
Blind inlet	—	மறைமுக உட்போக்கி
Block structure	—	கட்டிகள் அமைப்பு
Boundry conditions	—	எல்லை (நிபந்தனைகள்) விதிகள்
Bye-product	—	துணை ஆக்கம், கழிபொருள்
Capillary	—	நுண் குழாய்கள் (புழை)
Capillary action	—	புழையூடுருவல்
Capillary force	—	நுண்குழாய் ஈர்ப்பு விசை
Capillary pores	—	நுண் இடைவெளி
Capillary water	—	நுண் குழாய் நீர், புழை நீர்
Cell	—	நுண் அறை
Centrifuge	—	விசைச் சுழற்சி
Chemical amendments	—	இரசாயனத் திருத்தி
Chemical composition	—	இரசாயனக் கூட்டமைப்பு
Chemical compound	—	இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள்
Chemical decomposition	—	இரசாயனச் சிதைவு
Chemical displacement	—	இரசாயனப் பெயர்ச்சி
Chemical equivalent	—	இரசாயன ஈடு
Classification	—	பாகுபாடு, மண் வகையீடு
Clay	—	களி
Clay-humus complex	—	களிமண்-மக்கு கலவை
Clay loam	—	களி குறுமண்
Coarse sand	—	பெரு மணல்
Coarse silt	—	பெரு மாக்களி
Coefficient	—	விகித அளவை, குனிதம்
Cohesion	—	பிணைவு
Cohesive force	—	பிடிப்புச் சக்தி, பிணைவு
Colloids	—	(கொலாய்டுகள்) நொறுங்கு நொய்மம்
Combination	—	சேர்க்கை, கடுகை
Component	—	உறுப்பு, பகுதிப் பொருள்

Compounds — கூட்டுப் பொருள்கள்
Concentration — அடர்வு
Concentrated — அடர்ந்த, செறிந்த, வீரிய
Conduct — கடத்து
Conduit — குழாய்
Confined water — அடைபட்ட நீர்
Conservation — காத்தல்
Considerable — கணிசமான
Constituents — இயைவுப் பொருள்கள்
Co-ordination — இணைந்த எண், இணைத்துச் செயல்படல்
Correlation — தொடர்பு, இணக்கம்
Cracks — விரிசல்
Crude — பண்படா, பாகுபடா
Curve — வளைகோடு, கோடு
Cylinder — குவளை, உருளை
Daily consumptive use — தினசரி நீர்ச் செலவு
Decomposition — மக்குதல்
Dense — செறிந்த, அடர்ந்த
Density — அடர்த்தி எண்
Design criteria — அமைப்புக் குறிப்பு
Design survey — அமைப்பு ஆய்வு
Details — விவரங்கள்
Diameter — விட்டம்
Disperse — கலைதல்
Dispersal — கலைவது
Disposal system — கழிவு முறைகள்
Direct — நேர்முக
Diversion ditch — மாற்று வாய்க்கால்
Drainage — வடிகால்
Drainage coefficient — வடி நீரளவு
Drainage methods — வடிகால் முறைகள்
Draw-down — நிலை இறக்கம், நீர் இறங்கு நிலை
Dry land paddy — வறண்ட பூமி நெற்பயிர்
Duration — கால நீட்சி, கால அளவு
Electrical analog — மின் போலுகை
Electric charge — மின்னேற்றம்
Element — மூலகம்
Emperical method — அநுபவ வழிமுறை

Envelope	—	உறை
Equation	—	சமன்பாடு
Equilibrium	—	சமநிலை
Equipotential	—	சமசக்தி கொண்ட
Equipotential lines	—	சம சக்திக் கோடு
Equipotential surface	—	சம சக்திப் பரப்பு
Estimate	—	மதிப்பீடு
Evaporation	—	ஆவியாதல்
Evapotranspiration	—	நீராவி மாற்றம், ஆவி நீராவிப் போக்கு
Exchangeable sodium	—	மாறும் சோடியம்
Extra quality	—	உயர்தரம்
Factor	—	காரணி
Feasibility	—	சாத்தியம்
Feel	—	உணர்
Feel method	—	உணர்ச்சி முறை
Field capacity	—	நீர் கொள்ளும் திறன்
Field ditch	—	பண்ணை வாய்க்கால்
Filter	—	வடிப்பான்
Fine sand	—	சிறு மணல்
Fine silt	—	சிறு வண்டல்
Fittings	—	ஒட்டுகள்
Flape gate	—	ஃபிளாப் கேட்
Film	—	படலம்
Flocculation	—	திறள் நிலை, திரளுதல்
Flow line	—	நீரோடும் பாதை, ஓடும் பாதை
Flownet	—	இயக்க வலைப்படம்
Flow system	—	நீரோட்ட முறை
Fodder	—	தீவனங்கள்
Foliage	—	இலைச் செறிவு, தழை
Force	—	சக்தி, விசை
Form	—	உருவம், வடிவம்
Formula	—	சூத்திரம்
Free Ground water	—	தனித்தியங்கும் ஊற்று
Free unconfined water	—	விடுபட்ட நீர்
Freezing and Thawing	—	உறைதல், உருகுதல்
Friction angle	—	உராய்வு கோணம்
Friction loss	—	உராய்வு இழப்பு
Frost	—	உறைபனி

Gaseous diffusion — வாயு பரவுதல்
Gradient — சரிவு, சாய்மை வீதம்
Granular structure — குறுணை அமைப்பு
Gravel — சரளைக்கல்
Gravitational water — புவி ஈர்ப்பு நீர்
Ground water — நில நீர்
Hair — உரோமம், சுணை
Heat energy — வெப்ப மூல சக்தி
Herb — சிறு செடி
Herbaceous plants — சிறு செடிகள்
Homogeneous — ஒருபடித்தான, ஒரேவிதமான, சமமான, கலப்பற்ற
Horizons — கண்டங்கள்
Humid — ஈரமான
Humid area — குளிர்ப் பிரதேசம்
Humid region — குளிர்ப் பிரதேசம்
Humidity — ஈர அளவு
Humus — இலை மக்கு
Hydraulic conductivity — நீர் கடத்தும் அளவு
Hydraulic gradient — நீரியக்கச் சரிவு
Hydraulic head — நீர்நிலைச் சக்தி
Hydraulic principles — நீர் இயல் தத்துவங்கள்
Hydroscopic water — உறிஞ்சு நீர்
Impermeable strata — நீரைத் தடைபடுத்தும் படிவம், நீர் கடத்தா படிவம், ஊடுரா படிவம்
Indirect — மறைமுக
Infinite — எல்லையற்ற
Inlet — நுழைவாய், உட்போக்கி
Intercellular space — நுண் அறைகளின் இடைவெளி
Interception drains — தடுப்பு வடிகால்
Internal surface — உட்பரப்பு
Investigation method — ஆய்வு முறைகள்
Ion exchange — அயனி மாற்றம்
Junction box — இணைப்புத் தொட்டி
Kinetic energy — இயக்கத் திறன், சக்தி ஓட்டத் திறன், சக்தி
Leaching — உப்பு நீக்கம், கழுவுதல்

Leaching requirements — நீக்க அளவு
Line of force — சக்திக் கோடுகள்
Living organisms — நுண்ணுயிர்கள்
Load — பளு
Load coefficient — பளுவின் குணகம்
Load determination — பளு தீர்மானம்
Loam — குறுமண்
Local situation — அவ்விடத்து நிலை
Macropore space — பேரிடை வெளி
Man holes — ஆய்வுத் தொட்டிகள்
Massive structure — இறுகிய அமைப்பு
Mathematical analysis — கணித முறை பாகுபாடுகள்
Medium sand — நடுத்தர மணல்
Medium silt — நடுத்தர (பருமன்) வண்டல்
Micro organisms — நுண்ணுயிரினங்கள்
Micropore space — சிற்றிடை வெளி
Millet — சிறுதானிங்கள்
Minerals — தாதுப் பொருள்கள், கனிமம்
Model studies — மாதிரி வடிவ ஆராய்ச்சி
Modification — மாறுபாடு, திருத்தம்
Moisture — ஈரம்
Molecule — மூலக்கூறு
Molecular attraction — மூலக் கூறுகளின் கவர்ச்சி
Mole drains — வளை வடிகால்கள்
Moss — பாசி
Negative — எதிர்
Net — நிகர, மிஞ்சிய
Nemograph — நேமோகிராஃப், கனிவரை படம்
Nutrition — உணவுச் சத்து, ஊட்டம்
Observation well — அளவைக் கிணறு, பார்வைக் கிணறு
Open channel — திறந்த (நீர்ப் போக்கி) வெளி வாய்க்கால்
Open ditch — மேல் வடிகால்
Organic matter — மக்கிய தாவரப் பொருள்கள், கரிமப் பொருள்கள், அங்ககப் பொருள்கள்
Origin — மூலம், பிறப்பிடம், தோற்றம்

Osmatic	—	சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம்
Outlet	—	வெளிப்போக்கி, கழிவுமுகம், கழிவுப் பகுதி
Outlet protection	—	வெளிப் போக்கிகளின் பாதுகாப்பு
Oxidation—reduction	—	ஆக்ஸிகரணம்-குறைப்பு
Parallel ditch	—	இணை வாய்க்கால்
Parasites	—	ஒட்டுண்ணிகள், புல்லுருவி
Parent rock	—	மூலப்பாறை
Particles	—	துகள்கள்
Peak period consumptive use	—	உச்ச நிலை பருவ நீர்ச் செலவு
Peak run off	—	உச்ச நீர் வெளியோட்டம், உச்ச நீரோட்டம்
Peat soil	—	பீட் மண், நார் மண்
Perched water	—	தங்கிய நீர்
Perennial plant	—	பல்லாண்டுச் செடி
Permanent wilting point	—	நிலையான வாடல் நிலை
Permeability	—	நீர் கடத்தும் திறன், ஊடுறுவும் திறன்
Permeability coefficient	—	ஊடுருவு கெழு, நீர் கடத்தும் திறன்
Permeable layer	—	ஊடுருவு படிவம், நீர் கடத்தும் படிவம்
Physical properties	—	பௌதிகக் குணங்கள்
Photosynthesis	—	ஒளிச் சேர்க்கை
Piezometer	—	பீசோ மீட்டர்
Pigments	—	நிறமிகள்
Plan	—	வரைபடம்
Platy structure	—	பலகை அமைப்பு
Plough pan	—	உழு கண்டம்
Pore channel	—	சந்துவெளி
Positive	—	நேர்
Potential energy	—	நிலைச் சக்தி
Precipitation	—	படிதல், மழை
Precise	—	நுட்பம்
Pressure	—	அழுத்தம்
Pressure energy	—	அழுத்தச் சக்தி
Preliminary survey	—	ஆரம்ப ஆய்வு
Principles	—	தத்துவங்கள்
Prismatic structure	—	பிரிச அமைப்பு

Problems	—	பிரச்சினைகள்
Project	—	நீட்டிக்கொண்டிரு, துறுத்து
Projecting-conduit condition	—	துறுத்து நிலை
Prunning	—	களை கத்தரித்தல், சிம்பொடித்தல்
Pump	—	இறைப்பி
Pumped well	—	இறவைக் கிணறு
Pumping test	—	இறைவைச் சோதனை
Radius of curvature	—	வளைவின் ஆரம்
Random ditch	—	பரவலான வாய்க்கால்
Rate	—	வீதம்
Real specific gravity	—	உண்மையான அடர்த்தி எண்
Reconnaissance survey	—	மேலோட்ட ஆய்வு
Reducing process	—	குறைப்புக் கிரியை, துணை உதவி
Relief drain	—	விடுவிக்கும் வடிகால்
Relief well	—	அழுத்தப் போக்கிகள்
Replacement	—	இடப் பெயர்ச்சி
Report	—	அறிக்கை
Respiration	—	மூச்சு விடுதல்
Retention of water	—	நீர்ப் பிடிமானம்
Reverse grade	—	மாற்றுச் சரிவு
Root system	—	வேர்த் தொகுதி, வேர்ப்பகுதி
Run-off	—	மேல் நீரோட்டம், வெளியோட்டம்
Saline land	—	உப்பு நிலம்
Saline soil	—	களர் மண்
Salt concentration	—	கரைசலில் உப்பு அடர்த்தி
Sand	—	மணல்
Sandy clay	—	மணல் சேர்ந்த களிமண்
Sandy clay loam	—	மணல் சேர்ந்த களி குறுமண்
Sandy loam	—	மணல் சேர்ந்த குறுமண்
Saturate	—	முழு ஈரமாதல்
Saturated	—	முழுதூறிய
Saturation extract	—	மண் நீர்ச் சாரம்
Scrub	—	முட் புதர்
Seasonal consumptive use	—	பருவ நீர்ச் செலவு

Seepage — கசிவு
Segregation — தனித்து அமைத்தல், தனிப் படுதல், பிரிந்து நிற்றல்
Settlement — இருக்கமாதல், ஒரே நிலைக்கு வருதல்
Shape — உருவம், வடிவம்
Shrub — புதர்
Silt — மாக்களி, வண்டல்
Silt loam — வண்டல் கலந்த குறுமண்
Silt trap — மண் தேக்கி
Silty clay — வண்டல் சேர்ந்த களிமண்
Silty clay loam — வண்டல் சேர்ந்த களி குறுமண்
Single grained structure — மணற்பாங்கான அமைப்பு
Sink — சேர்நிலை
Size — பருமன், அளவு
Slope — சரிவு
Soi air — மண்ணில் காற்று
Soil moisture tension — மண் ஈர அழுத்தம்
Soil solution — மண் கரைவு
Soil water — மண் நீர்
Solids — திடப் பொருள்கள்
Soluble salts — கரைகிற உப்பு
Specification — வரைக் குறிப்புகள்
Specific gravity — அடர்த்தி எண்
Specific weight — சுய எடை, தன் எடை
Specific heat — சுயவெப்ப எண்
Spiral — முறுக்குள்ள, சுருண்ட, சுருளான
Steady state — மாறு நிலை, ஒரே நிலை
Stratigraphy — கண்டங்களின் அமைப்பு
Stream line — நீரோட்டப் பாதை
Stress — அழுத்தம், தகைவு
Structure — கட்டமைப்பு
Sub-irrigation — கீழ் நீர்ப்பாசனம்
Sub-surface drainage — கீழ் வடிகால்கள்
Super capillary — பெரிய நீர்க்குழாய்
Surface drainage — மேல் வடிகால்கள்
Surface inlet — உட்போக்கி
Surface tension forces — மேற்பரப்பு ஈர்ப்புச் சக்தி

System — முழு அமைப்பு
Transient state — மாறுநிலை
Tap root — ஆணி வேர்
Target method — இலக்கு முறை
Tension — இழு சக்தி
Test hole — சோதனைத் துளை
Texture — கூட்டமைப்பு
Theorem — தேற்றம்
Theory — கோட்பாடு
Three-edge-bearing test — மும்முனை தாங்கு சக்தி சோதனை
Tidal water — கடல் அலை எழுச்சி
Tilth — பதம்
Tissue — உயிரணுத் தொகுப்பு, திசு
Topography — நில அமைப்பு
Toxic — நஞ்சான, நச்சுத்தன்மை
Transient state — மாறு நிலை
Transpiration — நீராவிப் போக்கு
Trench — அகழி
Tubular — குழல் வடிவு
Unit area — சதுர அலகு
Unstable soil — இளகிய மண்
Variety — வகை
Velocity — நேர்வேகம்
Vertical — செங்குத்தான
Vertical drain — குத்து வடிகால்
Very fine sand — அதி மென் மணல்
Viscosity — பாகுநிலை
Water logging — நீர்த் தேக்கம், நீர் சூழ்ந்த
Water table — நீர் மட்டம்
Water table well — நீர் நிலைக் கிணறு
Weathering — சிதைவுரல்
Xerophytes — பாலைத் தாவரங்கள்

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

சென்னை-600031



தமிழில் பயில்பவர்க்குக் கல்லூரிப் பாடநூல்கள்
(Tamil Medium Books for Colleges)
இதுவரை 606 நூல்கள் வெளியிடப்பட்டுள்ளன.



மேலும் விரைவில் வெளிவருபவை

பொறியியல்	....	43	நூல்கள்
சட்டம்	....	19	,,
மருத்துவம்	....	9	,,
இயற்பியல்	....	27	,,
வேதியியல்	....	21	,,
தாவரவியல்	....	17	,,
விலங்கியல்	....	7	,,
கணிதம்	....	19	,,
வணிகவியல்	....	30	,,
பொருளாதாரம்	....	21	,,
புவியியல்	....	12	,,
வரலாறு	....	36	,,
மனையியல்	....	2	,,
தத்துவம்	....	5	,,
உளவியல்	....	4	,,
புள்ளியியல்	....	2	,,
கல்வி	....	3	,,
நிலப் பொதியியல்	....	3	,,
அரசியல்	....	25	,,

கிடைக்குமிடம் :

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனக் கி[illegible]ங்கு
(கல்லூரிக் கல்வி இயக்குநர் அலுவலகச் சுற்றுக்குள்)
கல்லூரிச் சாலை, நுங்கம்பாக்கம்,
சென்னை-600006

கல்லூரிப் பாடநூல்களுக்கு 20% கழிவு வழங்கப்படும்